ระบบไฟจราจรอัตโนมัติ

AUTOMATIC TRAFFIC LIGHTS SYSTEM

บุญฤทธิ์ อัครทรงธรรม

Boonyarith Akkarasongthum

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบไฟจราจรอัตโนมัติ

AUTOMATIC TRAFFIC LIGHTS SYSTEM

โดย

บุญฤทธิ์ อัครทรงธรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบไฟจราจรอัตโนมัติ
AUTOMATIC TRAFFIC LIGHTS SYSTEM

ผู้จัดทำ นาย บุญฤทธิ์ อัครทรงธรรม รหัสประจำตัว 59010761

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	ระบบไฟจราจรอัตโนมัติ
นักศึกษา	นาย บุญฤทธิ์ อัครทรงธรรม รหัสประจำตัว 59010761
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย

บทคัดย่อ

บทความนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบไฟจราจรอัตโนมัติโดยใช้ Software ออกแบบโปรแกรม PLC ‘EcoStruxure machine basic’ และการประยุกต์ใช้ร่วมกับ Inductive Proximity sensor ในการตรวจจับสัญญาณโดยใช้วงจร RL parallel oscillator ในการสร้างความถี่ Resonance เพื่อใช้ตรวจจับพร้อมกับส่งสัญญาณเมื่อมีวัตถุโลหะอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ผลิตมาจากวงจรส่วนนี้ และจะทำการส่งสัญญาณสั่งงานไปยังวงจรที่ออกแบบด้วย NE555Timer เพื่อที่จะส่งสัญญาณพัลส์ออกมาเป็นอินพุตให้กับช่องต่อรับของส่วนProgramable Logic Controller และเข้าสู่ขั้นตอนในการควบคุมเวลาคงที่กับการนับถอยหลังเวลาไฟจราจรโดยโปรแกรมที่ทำการออกแบบไว้โดย Software EcoStruxure และแผงไฟนับถอยหลังจากการประกอบร่วมกับ WS2812B LED Strip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	AUTOMATIC TRAFFIC LIGHTS SYSTEM
Student	Mr. Boonyarith Akkarasongthum Student ID 59010761
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2023
Project Advisor	Mr. Chinnapat Nantajiwakornchai

ABSTRACT

This article deals with the design of an automatic traffic light system using the PLC program design software 'EcoStruxure machine Basic' and its application in conjunction with an Inductive Proximity sensor to detect signals using the RL parallel oscillator circuit to create the Resonance frequency for use in detecting and sends a signal when there is a metal object in the range of electromagnetic field produced by this circuit part. And will send trigger signal to the circuit designed with the NE555Timer to send a pulse signal as input to the receiver terminal of the Programable Logic Controller and enter the process of controlling constant time and counting down the time. Traffic lights is also designed by Software EcoStruxure and countdown light panels from the assembly of WS2812B LED Strip for demonstration to counting down.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้สามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้จัดทำโครงงานจาก อาจารย์ ชินภัทร นันทจิวากรชัย ในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับระบบและวงจรที่ทำการออกแบบในโครงงานอย่างเต็มที่

และขอขอบพระคุณในการอำนวยความสะดวกแก่ผู้จัดทำโครงงานจากภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ในการสนับสนุนการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงสถานที่และเครื่องมือให้กับผู้จัดทำโครงงานชิ้นนี้ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บุญฤทธิ์ อัครทรงธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูปภาพ VII

บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 2

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน 2

เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 2

2.1 EcoStruxure Machine Basic : Function Block ที่ใช้ในการออกแบบ 2

2.1.1 Digital input & output 2

2.1.2 Contact & Negated Contact 3

2.1.3 Coil& Negated Coil 3

2.1.4 Set & Reset 4

2.1.5 Positive& Negative edge trigger 4

2.1.6 Timer 5

2.1.7 Comparison 6

2.1.8 Counter 7

2.2 Inductive Proximity sensor 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 8
2.2.2 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 9
2.2.3 หลักการทำงานของ Inductive proximity sensor 9
2.2.4 ข้อมูลในทางเทคนิคและพารามิเตอร์ 10
2.2.5 Oscillator's frequency with metal object 10
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 11
3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน 11
3.1.1 ตัวต้านทาน(Resistor) 11
3.1.2 ตัวต้านทานปรับค่า(Potentiometer) 11
3.1.3 ตัวเก็บประจุ(Capacitor) 12
3.1.4 ขดลวดเหนี่ยวนำ(Inductor) 12
3.1.5 วงจรรวม(Integrated Circuit) 12
3.1.6 ไดโอด(Diode) 12
3.1.7 ทรานซิสเตอร์(Transistor) 12
3.1.8 Micro controller 13
3.1.9 Relay 13
3.1.10 Connector 13
3.1.11 Programmable Logic Controller 13
3.2 ขั้นตอนการออกแบบวงจรตรวจจับสัญญาณรถวิ่งผ่าน 14
3.2.1 Circuit Block Diagram 14
3.2.2 Vehicle sensing circuit diagram 15
3.2.3 Inductive Proximity sensor 16
3.2.4 NE555Timer Monostable Mode 18
3.2.5 LM2576ADJ Buck switching regulator 19
3.2.6 Relay output 23
3.2.7 LED controlling board 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม 25
3.3.1 PLC Program Flowchart 25
3.3.2 PLC Program organization units (POUs) 27
3.3.3 Red, Green and Yellow condition 45
3.3.4 Vehicle sensing condition (Program A) 49
3.3.4 Cross walking condition (Program B) 55
3.3.5 Vehicle sensing condition (Program A) Flowchart 59
3.3.6 Cross walking condition (Program B) Flowchart 59
3.4 การออกแบบไฟนับเวลาถอยหลัง 60
3.4.2 การทำงานของไฟนับถอยหลัง 64
บทที่ 4 65
การทดลองและผลการทดลอง 65
4.1 วิธีการทดลอง 65
4.2 ผลการทดลอง 66
4.2.1 LM2576ADJ Buck regulator 66
4.2.2 C1815 Trigger Collector & Base signal 67
4.2.3 NE555 Monostable & Relay output 69
บทที่ 5 71
สรุปโครงงานและวิจารณ์ผลการทดลอง 71
บรรณานุกรม 72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 Digital input & output 2

2.2 Contact 3

2.3 Negated Contact 3

2.4 Coil 3

2.5 Negated coil 4

2.6 Set& Reset Coil 4

2.7 Positive& Negative edge trigger 4

2.8 Timer 5

2.9 Comparison 6

2.10 Counter 7

2.11 การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออสซิลเลทเมื่อมีวัตถุโลหะในระยะสนามแม่เหล็ก 8

2.12 องค์ประกอบของ Inductive proximity sensor 9

3.1 Vehicle sensing Circuit Block diagram 14

3.2 Vehicle sensing circuit diagram 15

3.3 Inductive proximity sensor 16

3.4 NE555Timer Monostable Mode 18

3.5 LM2576ADJ Buck switching regulator 19

3.6 Relay output 23

3.7 LED Controlling board 24

3.8 PLC Program Flowchart 26

3.9 Rung 0 และ 1 45

3.10 Rung 2 46

3.12 Rung 11 47

3.13 Rung 28 48

3.14 Rung 29 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.15 Rung 3 และ 20 50
3.16 Rung 4 และ 5 51
3.17 Rung 6 และ 7 52
3.18 Rung 10 53
3.19 Rung 40,41 และ 42 54
3.20 Rung 12 55
3.21 Rung 16 56
3.22 Rung 14 และ 15 57
3.23 Rung 17, 18 และ 19 58
3.24 Program A Flowchart 59
3.25 Program B Flowchart 59
4.1 Circuit diagram สำหรับการทดสอบ 65
4.2 แรงดันไฟตรง +24Vdc จาก Logic controller 66
4.3 สัญญาณของ Output LM2576ADJ 66
4.4 แรงดันไฟตรงจาก Buck regulator output 67
4.5 สัญญาณตำแหน่งขา Base C1815 68
4.6 สัญญาณตำแหน่งขา Collector C1815 68
4.7 แรงดันที่ Pin3 output ของ NE555Timer 69
4.8 แรงดันที่ Normal opened ในขณะที่ Relay มีการทำงาน 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในเวลาปัจจุบันนั้นสภาวะของการจราจรอยู่ในระดับที่ไม่พึงประสงค์ จึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ทางม้าลายข้ามถนนและผู้ใช้รถยนต์ในการสัญจร

ผู้จัดทำจึงมีความคิดในการพัฒนาระบบนี้เพื่อที่จะบรรเทาและแก้ปัญหาสภาพการจราจรให้มีความคล่องตัวยิ่งขึ้นด้วยวงจรการตรวจจับจำนวนของยานพาหนะพร้อมกับโปรแกรมเลือกเงื่อนไขของเวลาที่ทำการออกแบบไว้สำหรับในแต่ละกรณีที่แตกต่างกันโดยใช้ซอฟต์แวร์กำหนดเวลา

1.2 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการใช้งานการเขียนโปรแกรม PLC Software ‘Ecostruxture’
2. ศึกษาการใช้งานวงจร Inductive proximity sensor
3. ประยุกต์การใช้งาน Module logic controller กับอุปกรณ์ภายนอก
4. ศึกษากระบวนการทำงานของไฟจราจรและไฟข้ามถนน
5. พัฒนาระบบไฟจราจรและไฟข้ามถนนให้มีประสิทธิภาพสำหรับการจราจรมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ในส่วนของวิชา Project 2 ปีการศึกษาที่ 2566 โครงงานชิ้นนี้จะทำการทดสอบวงจร Inductive proximity sensor ที่ทำการออกแบบกับโปรแกรมส่วนควบคุมใน Programmable Logic controller ผนวกกับป้ายแสดงผลการนับถอยหลังของไฟจราจรโดยการจำลองสถานการณ์ของบริเวณสี่แยกไฟจราจรหรือสามแยก ซึ่งก็จะสามารถนำระบบนี้ไปใช้ได้โดยที่ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการภายในไปจากการออกแบบในโปรแกรม PLC Software ไปมาก นอกจากนั้นแล้วค่าของเวลาตามมาตรฐานของเวลานับถอยหลังที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมในโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ด้วยระบบไฟจราจรที่จัดทำขึ้นนี้ผู้จัดทำโครงงานต้องการที่จะช่วยให้ระบบการจราจรในท้องถนนนั้นมีสภาวะที่ดีขึ้นได้และคาดหวังว่าจะสามารถให้ประโยชน์กับทั้งผู้ที่ใช้และไม่ได้ใช้รถยนต์ในการสัญจรบนถนนและทางเท้าจากการนับคนข้ามถนนบวกกับจำนวนรถที่วิ่งผ่านอุปกรณ์ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน

ในโครงงานชิ้นนี้ผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม EcoStruxure machine basic - Schneider Electric ในการออกแบบระบบไฟจราจรข้ามถนนโดยใช้ร่วมกับส่วน Inductive proximity sensor ในการตรวจจับสัญญาณสำหรับนับจำนวนรถที่ทำการวิ่งผ่านเซนเซอร์ในการตรวจนับจำนวนรถยนต์

เอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 EcoStruxure Machine Basic : Function block ที่ใช้ในการออกแบบ

Programmable Logic Controller (PLC) เปรียบเสมือนการทำงานของวงจรไฟฟ้า หรือระบบควบคุมต่าง ๆ โดยสามารถปรับเปลี่ยนการทำงานของระบบได้ด้วยการเขียนโปรแกรมผ่านซอฟต์แวร์ ซึ่งจะแตกต่างกับ Arduino board หรือ Micro-controller ในส่วนของ PLC นั้นมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมที่โหดร้ายกว่าได้และมีอายุการใช้งานที่มากกว่า รวมถึงสามารถนำไปใช้งานกับเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่และใช้กำลังมาก แต่ก็ต้องและมาด้วยราคาที่ค่อนข้างสูงโดยภาพรวมแล้วทั้งสองอย่างนี้สามารถที่จะให้ผลลัพธ์ใกล้เคียงหรือเหมือนกันได้ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของงานว่าเหมาะสมกับ Controller แบบใด ถ้าหากว่าต้องการนำไปใช้งานที่มีเวลายาวนานและมีความน่าเชื่อถือในระบบการทำงานได้มากกว่านั้น PLC จะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในการทำโครงงานชิ้นนี้ ในการทำงานของ PLC โปรแกรมจะทำการรันแบบ Ladder คือ แบบบนลงล่างตามลำดับ เมื่อถึงคำสั่งสุดท้ายโปรแกรมจะวนกลับไปเริ่มโปรแกรมซ้ำที่คำแรกสุดเสมอ

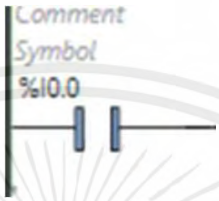
2.1.1 Digital input & output

รูปที่ 2.1 Digital input & output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

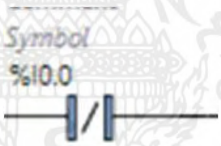
D-I/P= %I0.N, D-O/P= %Q0.N โดยที่ N คือหมายเลขตำแหน่ง Address ซึ่งทำหน้าที่เป็นจุดเก็บข้อมูลเข้าและออก ซึ่งสามารถรับและป้อนอินพุตได้จำนวนสูงสุดตามรุ่นของ Controller

2.1.2 Contact & Negated Contact



รูปที่ 2.2 Contact

สำหรับ Contact ทั้งสองแบบจะมีรูปแบบการทำงานคล้ายกัน แต่จะต่างกันตรงที่ Contact ปกติจะทำงานต่อเมื่อมีการป้อนสัญญาณหรือกด Switch ที่ Input port



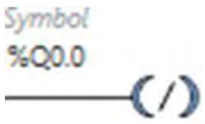
รูปที่ 2.3 Negated Contact

สำหรับ Negated contact จะทำงานเสมอเมื่อไม่มีสัญญาณมาป้อนหรือไม่มีแรงดันไฟที่ Input port

2.1.3 Coil& Negated Coil

รูปที่ 2.4 Coil

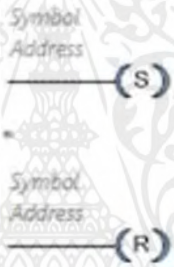
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Negated coil

Coil ทั้งสองแบบจะทำหน้าที่เสมือนกับ Output ของระบบหรือคำสั่ง เมื่อมีสัญญาณป้อนมาจาก Input จะทำงานให้ Output port ส่งแรงดันไฟตรงออกมาจาก Controller ในขณะที่ Negated coil จะส่งสัญญาณออกเสมอถ้าไม่มีสัญญาณขาเข้า

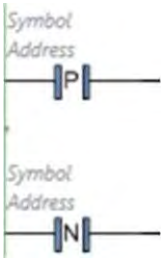
2.1.4 Set & Reset



รูปที่ 2.6 Set& Reset Coil

ในส่วนของ Set coil (S) จะทำการ Hold ค่า on ไว้เมื่อได้รับค่าอินพุตจาก Input port จนกระทั่งเมื่อ Reset coil (R) ได้รับค่าจริงจากอินพุตใน Rung ถัดไป จะทำการล้างค่าที่ทำการค้างไว้ในช่วงก่อนหน้านี้

2.1.5 Positive& Negative edge trigger

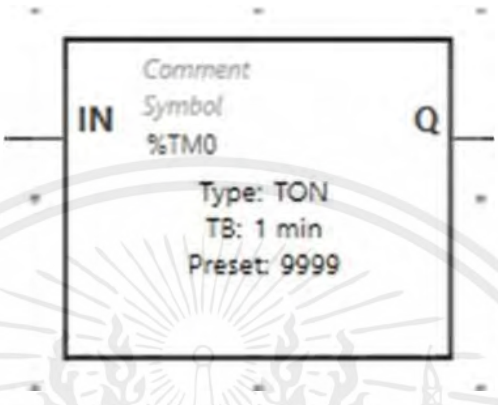


รูปที่ 2.7 Positive& Negative edge trigger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Positive และ Negative edge trigger จะทำงานเมื่อได้รับสัญญาณเข้าแต่จะตรวจสอบเฉพาะแรงดันขาขึ้นและเมื่อแรงดันลดลงเท่านั้นตามลำดับ

2.1.6 Timer



รูปที่ 2.8 Timer

%TM0: โดย 0 คือ ตำแหน่ง Address ของ Timer แต่ละตัวและ Preset คือค่าสูงสุดของ Timer ที่ผู้ใช้กำหนดหรือเป็นเวลาที่ต้องการก่อนจะให้ Timer ส่งสัญญาณออกที่ Pin Q

TB (Time base): คือหน่วยของเวลาที่จะทำการนับในแต่ละครั้ง โดยทุก ๆ การนับครบเวลาของ Time base จะทำการเพิ่มค่า Preset ครั้งละ 1

IN และ Q: คือ Pin สำหรับรับสัญญาณเข้าเพื่อทำการนับเวลา และจะส่งสัญญาณออกเมื่อ Preset นับครบตามที่ผู้ใช้ตั้งค่าไว้ตามลำดับ

Timer(%TM): จะมีรูปแบบการทำงานหลัก ๆ อยู่ 3 ชนิดในโปรแกรมออกแบบ ซึ่งทำงานไม่เหมือนกันในการรับสัญญาณเข้าและส่งสัญญาณออก ได้แก่

TON: จะส่งสัญญาณออกเมื่อนับครบเวลา Preset ที่ทำการตั้งค่าไว้

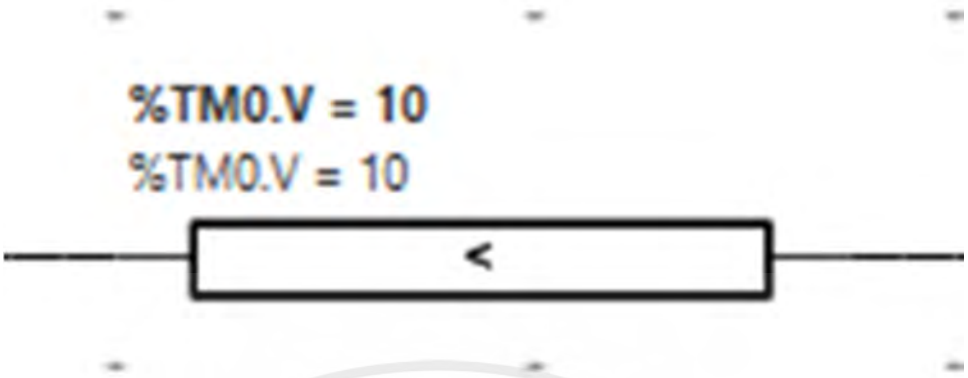
TOFF: จะทำการเปิดสัญญาณค้างไว้เมื่อได้รับสัญญาณเข้าจนกว่าจะนับครบเวลา Preset ที่ตั้งค่าไว้

TP: จะส่งสัญญาณออกเป็นพัลส์ที่มีช่วงระยะเวลาเท่ากัน ตามการตั้งค่าไว้แม้ว่าสัญญาณเข้าจะมี Delay time ที่ต่างกัน

โดยในการออกแบบจะใช้รูปแบบ TON เท่านั้นในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 Comparison



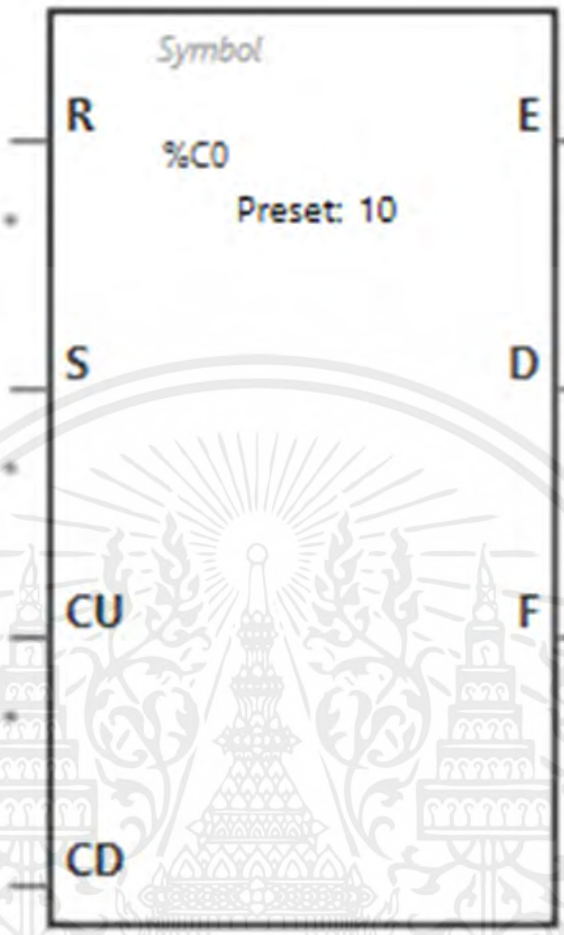
รูปที่ 2.9 Comparison

เป็น Function block สำหรับการเปรียบสองจำนวนจะเกิดการทำงานต่อเมื่อสองจำนวนนี้มีค่าเข้ากับเงื่อนไขที่กำหนดซึ่งสามารถเปรียบเทียบโดยใช้หลักการหรือ Operation ทางคณิตศาสตร์ ซึงจะมาจากค่าตัวเลขที่กำหนดจากผู้ใช้หรือนำมาจาก Function block ในแต่ละ Rung ของโปรแกรมมาเปรียบเทียบได้เช่นกัน

สำหรับค่าที่จะนำมาเปรียบเทียบจาก Function block อื่นในโปรแกรมจะนำมาใช้โดยใส่ค่า %Address จากคำสั่งอื่นตามด้วย %Address.V สำหรับระบุค่า ณ เวลาปัจจุบัน %Address.P สำหรับระบุค่าจาก Preset คำสั่งที่มีค่านี้ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 Counter



รูปที่ 2.10 Counter

Counter(%C0): ในโปรแกรมนี้จะใช้ในการนับจำนวนคนข้ามถนน และจำนวนรถที่วิ่งผ่านในช่วงเวลาที่กำหนดโดย Timer ในการนับ Vehicle sensing condition และ Cross walking condition

โดยจะทำการนับเพิ่มครั้งละ 1 เมื่อ Pin(Count up) CU ได้รับสัญญาณขาเข้าโดยจะนับจากทุก ๆสัญญาณขาขึ้นเท่านั้น ซึ่ง Pin(Count down) CD จะทำการลดจำนวนที่นับครั้งละ 1 โดยนับสัญญาณเช่นเดียวกับที่ตำแหน่ง Pin CU

Set(S): จะทำให้ค่าของ Counter ณ เวลาที่สัญญาณเข้าเท่ากับค่า Preset ที่ตั้งไว้

Reset(R): จะทำการล้างค่าของ Counter ให้เหลือ 0 เมื่อได้รับสัญญาณเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Data(D): คือ Output ที่จะทำการส่งสัญญาณออกเมื่อค่านับของ Counter เท่ากับ Preset หรือค่า Max ที่ตั้งค่าไว้

2.2 Inductive Proximity sensor

2.2.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

บริเวณส่วนของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณของสนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำที่ทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscillate) ลดลง

และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่จะเริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่งสภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรควบคุมที่อยู่ภายใน (Internal control circuit) หลังจากนั้นก็จะส่งสัญญาณไปยังเอาต์พุตโดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นชนิดใด

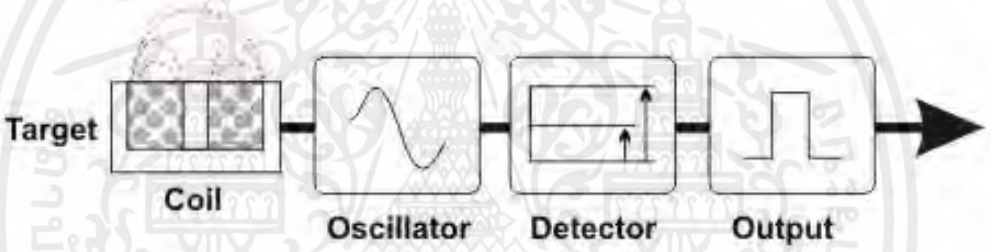
การทำงานทั่วไปของ Sensor ประเภทนี้สนามแม่เหล็กความถี่สูงถูกสร้างขึ้นโดย Inductor coil สำหรับวงจร Oscillator เมื่อวัตถุที่เป็นโลหะเข้าใกล้สนามแม่เหล็กจะส่งผลให้กระแสเหนี่ยวนำ (Eddy current) จะสามารถไหลเข้าไปในเป้าหมายเนื่องจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อเป้าหมายเข้าใกล้ Sensor กระแสเหนี่ยวนำจะเพิ่มขึ้นซึ่งทำให้โหลดบนวงจร Oscillation จะเพิ่มขึ้นจากนั้นการสั่นจะเบาลงหรือหยุดลง เซ็นเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในสถานะการสั่นด้วยวงจรตรวจจับแอมพลิจูด และส่งสัญญาณการตรวจจับออกมา

รูปที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณออสซิลเลทเมื่อมีวัตถุโลหะในระยะสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ส่วนประกอบหลักของ Inductive proximity sensor

- Coil-Wire: ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนที่มีรูปทรงวงกลมซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของ sensor
- Oscillator: มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่
- Amplifier: มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสภาวะ และการสั่งงาน (Trigger)
- Trigger: วงจรแยกสภาวะและสั่งการทำงาน
- Output Driver: มีหน้าที่เพิ่มกำลังของสัญญาณไปที่ระดับของการใช้งานของ Output signal



รูปที่ 2.12 องค์ประกอบของ Inductive proximity sensor

2.2.3 หลักการทำงานของ Inductive proximity sensor

ในหัวข้อ Inductive proximity sensor มีหลักการทำงานพื้นฐานคือกฎของ Faraday's Law of Electromagnetic Induction ซึ่งหากมีการเปลี่ยนแปลงในการไหลของไฟฟ้าในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเขียนในรูปของสมการ $V = -N\frac{d\Phi}{dt}$ โดยที่ V แทนความต่างของแรงดันไฟฟ้าที่ถูกเรียกว่าไฟฟ้าไฟนำโดยการกลับค่าที่เปลี่ยนแปลงของไฟฟ้าที่ไหลผ่าน Coil ในช่วงเวลา t ตัวแปร N แทนจำนวนของ Coil และหมายถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของไฟฟ้า $\frac{d\Phi}{dt}$ ด้วยเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 ข้อมูลในทางเทคนิคและพารามิเตอร์

มีข้อมูลเทคนิคที่บ่งชี้ถึงลักษณะการทำงานของเซ็นเซอร์ตรวจจับประเภทนี้เช่น ระยะการตรวจจับ ระยะทางการตรวจจับ ประเภทเอาต์พุต เวลาตอบสนอง และความทนทานต่อสภาพแวดล้อม โดยสิ่งที่มีความสำคัญในระบบนี้ก็คือเรื่องของระยะการตรวจจับ โดยที่จะแสดงในรูปแบบของ $S = K\sqrt{\frac{L}{\sigma}}$ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับค่าคงที่ K ของเซนเซอร์และประเภทวัสดุที่ตรวจจับ ในขณะที่การคำนวณค่าการตรวจจับ $dL = L(\frac{dS}{S})$ ซึ่งหมายถึงการเปลี่ยนแปลงขั้นต่ำในค่าของตัวเหนี่ยวนำในส่วนของ Proximity inductive sensor เทียบกับระยะของการตรวจจับ

2.2.5 Oscillator's frequency with metal object

การมีวัตถุโลหะใกล้กับวงจรออสซิลเลเตอร์อาจส่งผลต่อความถี่ Resonance เนื่องจากเปลี่ยนแปลงของความจุไฟฟ้าหรือการเหนี่ยวนำ ซึ่งจำแนกตามการทำงาน ได้แก่

- Capacitive effects: เมื่อมีวัตถุโลหะใกล้กับองค์ประกอบคาปาซิทีฟในวงจรออสซิลเลเตอร์สามารถเปลี่ยนความจุได้ การเปลี่ยนแปลงความจุนี้สามารถเปลี่ยนความถี่ Resonance องออสซิลเลเตอร์ได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าวัตถุที่เป็นโลหะเป็นสื่อกระแสไฟฟ้าและวางไว้ใกล้กับตัวเก็บประจุในวงจร ก็สามารถเพิ่มความจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพได้ ซึ่งส่งผลให้ความถี่ Resonance ลดลง
- Inductive effects: ในทำนองเดียวกัน การมีวัตถุที่เป็นโลหะจะส่งผลต่อการเหนี่ยวนำในวงจรด้วย การเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กรอบ Inductor ที่เกิดจากวัตถุที่เป็นโลหะสามารถเปลี่ยนความเหนี่ยวนำได้ ส่งผลให้ความถี่ Resonance เปลี่ยนไปจากเดิม

ซึ่งการที่ความถี่ Resonance ที่เปลี่ยนไปจะนำค่าความแตกต่างระหว่างสภาวะปกติกับเมื่อมีวัตถุโลหะมาอยู่รอบบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้ามาคำนวณในวงจรตรวจจับสัญญาณเพื่อส่งสัญญาณออกเป็น Digital pulse output ให้กับ PLC ซึ่งในระบบนี้จะใช้การตรวจจับแบบ Inductive effects

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

3.1.1 ตัวต้านทาน(Resistor)

1 Ω x1 ชิ้น

47 Ω x1 ชิ้น

100 Ω x1 ชิ้น

220 Ω x2 ชิ้น

390 Ω x1 ชิ้น

470 Ω x1 ชิ้น

580 Ω x2 ชิ้น

1 kΩ x2 ชิ้น

10 kΩ x6 ชิ้น

47 kΩ x2 ชิ้น

50 kΩ x1 ชิ้น

68 Ω x2 ชิ้น

120 kΩ x1 ชิ้น

2 MΩ x1 ชิ้น

3.1.2 ตัวต้านทานปรับค่า(Potentiometer)

2 kΩ x1 ชิ้น

10 kΩ x2 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

100 kΩ x1 ชิ้น

3.1.3 ตัวเก็บประจุ(Capacitor)

100 nF x2 ชิ้น

1 μF x2 ชิ้น

10 μF x2 ชิ้น

100 μF 16V x2 ชิ้น

1000μF 50V x2 ชิ้น

3.1.4 ขดลวดเหนี่ยวนำ(Inductor)

AWG#22 Copper wire (Diameter = 25 cm. N = 25)

3.1.5 วงจรรวม(Integrated Circuit)

NE555Timer x2 ชิ้น

LM2576ADJ x1 ชิ้น

4558D x1 ชิ้น

3.1.6 ไดโอด(Diode)

1N5822 x1 ชิ้น

1N4148 x2 ชิ้น

1N4007 x2 ชิ้น

WS2812B LED strip x 112 ดวง

3.1.7 ทรานซิสเตอร์(Transistor)

C1815 x1 ชิ้น

A1015 x1 ชิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.8 Micro controller

Arduino NANO x1 ชิ้น

3.1.9 Relay

Relay 12VDC 10A/30VDC x1 ชิ้น

Relay 24VDC 10A/30VDC x2 ชิ้น

3.1.10 Connector

DT128- 2 Pins x8 ชิ้น

Banana Plug Connector 4mm. x4 ชิ้น

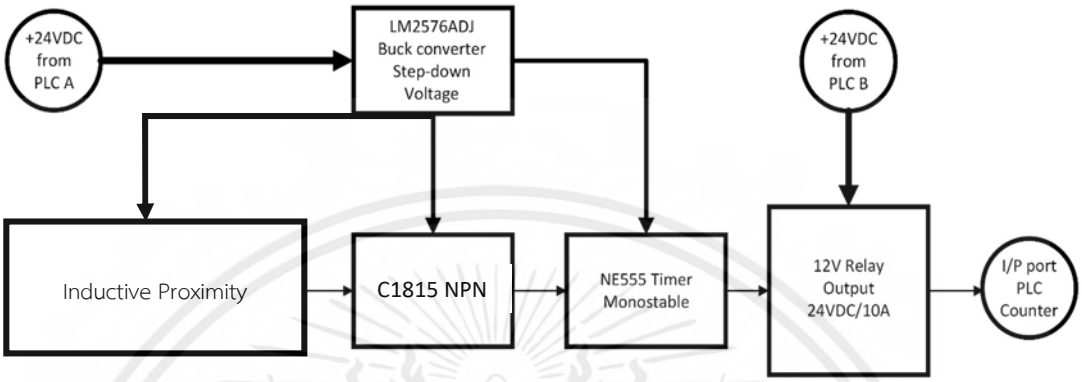
3.1.11 Programmable Logic Controller

Logic controller TM211CE24R x1 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการออกแบบวงจรตรวจจับสัญญาณรถวิ่งผ่าน

3.2.1 Circuit Block Diagram



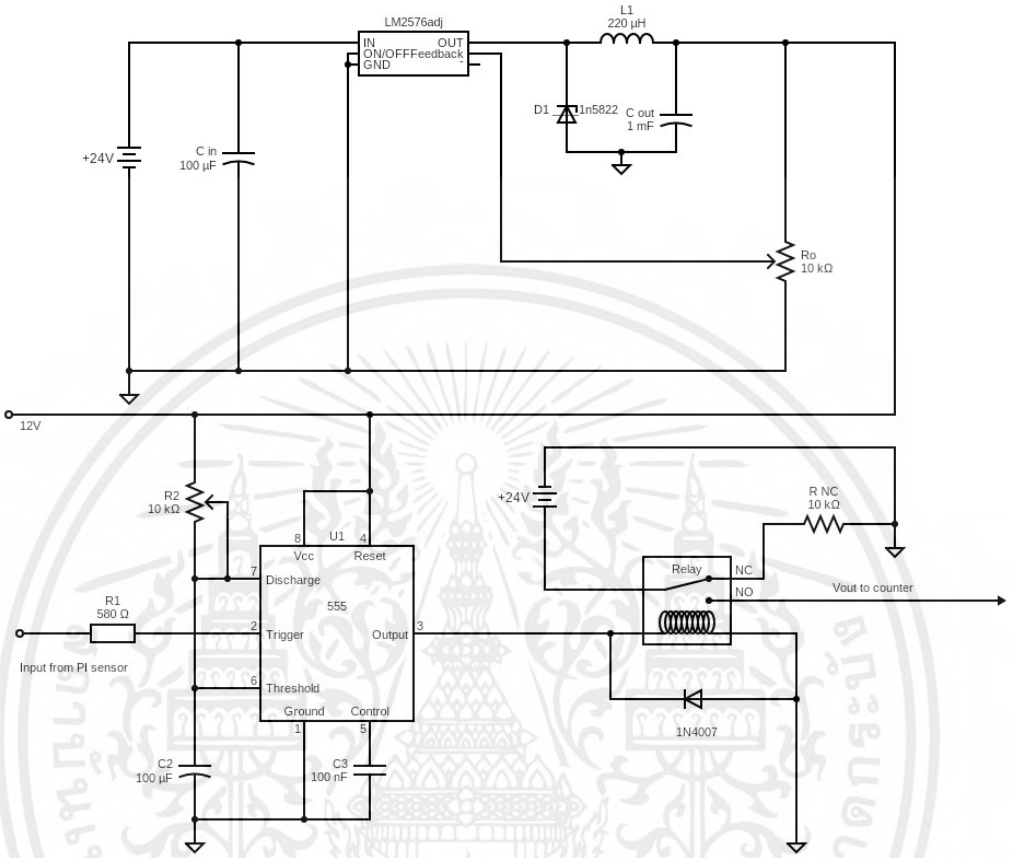
รูปที่ 3.1 Vehicle sensing Circuit Block diagram

การทำงานของระบบนี้ใช้ไฟเลี้ยง +24VDC จาก Output port ของ PLC 2 ช่องในช่องแรก (+24VDC) จะนำไปเป็นไฟเลี้ยงให้กับ LM2576ADJ Buck switching regulator เพื่อลดแรงดันจาก +24VDC เป็น +12VDC Regulated output จากนั้นนำไปเป็นแหล่งจ่ายให้กับ Inductive proximity sensor และ NE555Timer ส่วนของช่องที่สอง (Q.N) จาก Output port จะนำไปเชื่อมต่อที่ Common contact ของ Relay เพื่อรอให้ Relay มีการทำงาน

Inductive proximity sensor จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณ Digital pulse ออกมาให้ที่ Pin2 Trigger ของ NE555Timer เมื่อค่าแรงดันที่ตำแหน่งนี้ต่ำกว่า 1 ใน 3 ของแหล่งจ่าย +12VDC NE555Timer จะทำให้เกิด Output High ที่ Pin3 และนำสัญญาณพัลส์ที่ได้นี้ป้อนให้ Coil ของ Relay ทำงานเพื่อให้หน้าสัมผัส Contact เปลี่ยนจาก Normal close เป็น Normal open ซึ่งเชื่อมต่อกับ Input port สำหรับรับสัญญาณเข้าเพื่อนับจำนวนใน Function block counter ในโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Vehicle sensing circuit diagram



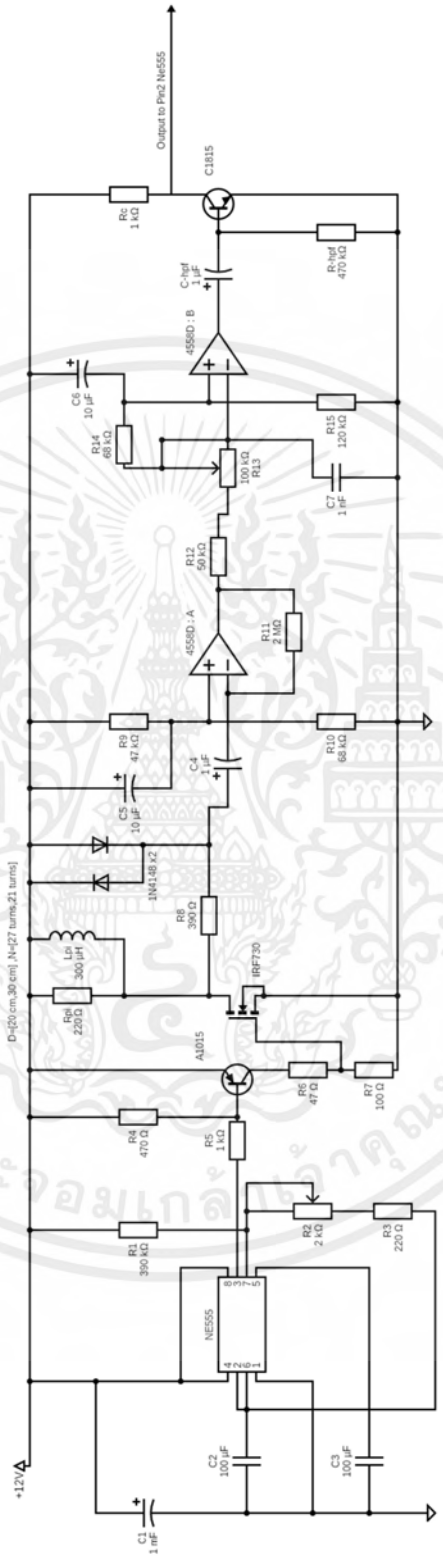
รูปที่ 3.2 Vehicle sensing circuit diagram

การทำงานของระบบนี้ประกอบไปด้วยวงจรย่อย 5 ส่วนได้แก่

- Inductive proximity sensor
- NE555Timer Monostable mode
- LM2576ADJ Buck switching regulator
- Relay output (Counter and Timing countdown trigger)
- LED controlling board (Arduino NANO & WS2812 LED Strip)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 Inductive proximity sensor



รูปที่ 3.3 Inductive proximity sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.3 วงจรนี้ใช้เพื่อออกแบบ Inductive proximity sensor แบบเหนี่ยวนำด้วยวงจร Resonance oscillator RL Parallel โดยมี IRF730 MOSFET ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสให้กับวงจรส่วนนี้ซึ่งเป็นทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์ตรวจจับ โดยขดลวดทำการพันเป็นจำนวน N = 25 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางของวัสดุที่ใช้ = 25 cm

โดยจะนำไฟเลี้ยง +12VDC มาจาก Buck converter จากรูปที่ 3.2 มาเป็นแหล่งจ่ายให้กับวงจรในส่วนนี้และ Output ที่ได้จะนำไปต่อกับ Pin 2 ของ NE555Timer เพื่อส่งการนับจำนวนเป็น Digital pulse input ให้กับ Program ใน PLC เมื่อทำการตรวจจับได้จะส่งสัญญาณออกมา เป็น Logic HIGH

NE555 Astable mode ในวงจรเซนเซอร์นี้ทำหน้าที่เป็น Pulse width modulation สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อป้อนให้กับขา Gate ของ IRF730 เพื่อให้เข้าสู่โหมด Saturated และจะเปรียบเสมือน Current source ให้กับ RL parallel circuit

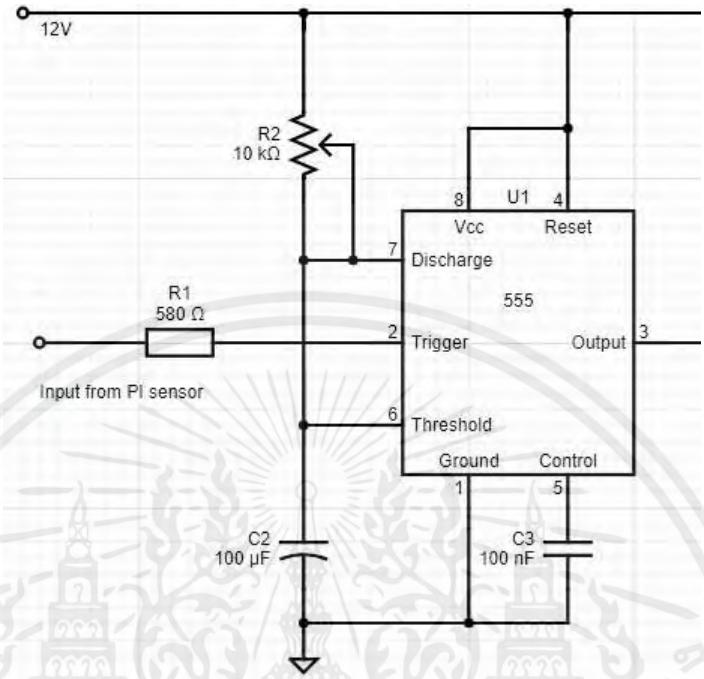
เมื่อมีวัตถุโลหะมาใกล้เคียงกับขดลวดซึ่งหมายความว่ามีวัตถุโลหะมาใกล้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะส่งผลให้ Eddy current ที่ไหลผ่านสองอุปกรณ์นี้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากความถี่ที่ลดลงในส่วนของ Magnetic flux จากสมการของการเปลี่ยนแปลง $\frac{d\Phi}{dt}$

ซึ่งจะนำแรงดันที่ได้จากผลความต่างของสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนไป นำไปสู่วงจรส่วนที่เป็น Comparator and Amplifier โดยใช้ Dual Op-amp 4558D ในการประมวลผลสัญญาณนี้ที่เกิดจากการเปรียบเทียบแรงดันและความถี่ที่เปลี่ยนไปจากสถานะปกติเพื่อนำไปเป็นสัญญาณ Digital output ให้กับ PLC ในส่วนของโปรแกรม Counter

โดยจะนำสัญญาณจากขา Collector ของ C1815 เป็น input ให้กับ NE555 Monostable mode ในวงจรส่วนต่อไปเพื่อทำการนับ ซึ่งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณในส่วนของ Dual op-amp และ RC High pass filter จะทำการกรองสัญญาณความถี่สูงออกมาจาก Output ของ Op-amp B ป้อนให้กับขา Base ของ C1815 ทำให้เมื่อ Transistor ทำงาน แรงดันที่ Collector จะลดลงเป็นช่วงเวลาเท่ากับแรงดันที่ High pass filter นั้นส่งสัญญาณออกมา ทำให้สามารถใช้แรงดันที่เป็น Low จาก Collector ได้ในการสั่งงาน NE555 Monostable mode เนื่องจาก Pin 2 ของ NE555 ต้องมีแรงดันน้อยกว่า 1 ใน 3 ของแหล่งจ่าย +12VDC เพื่อให้เกิดการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 NE555Timer Monostable Mode



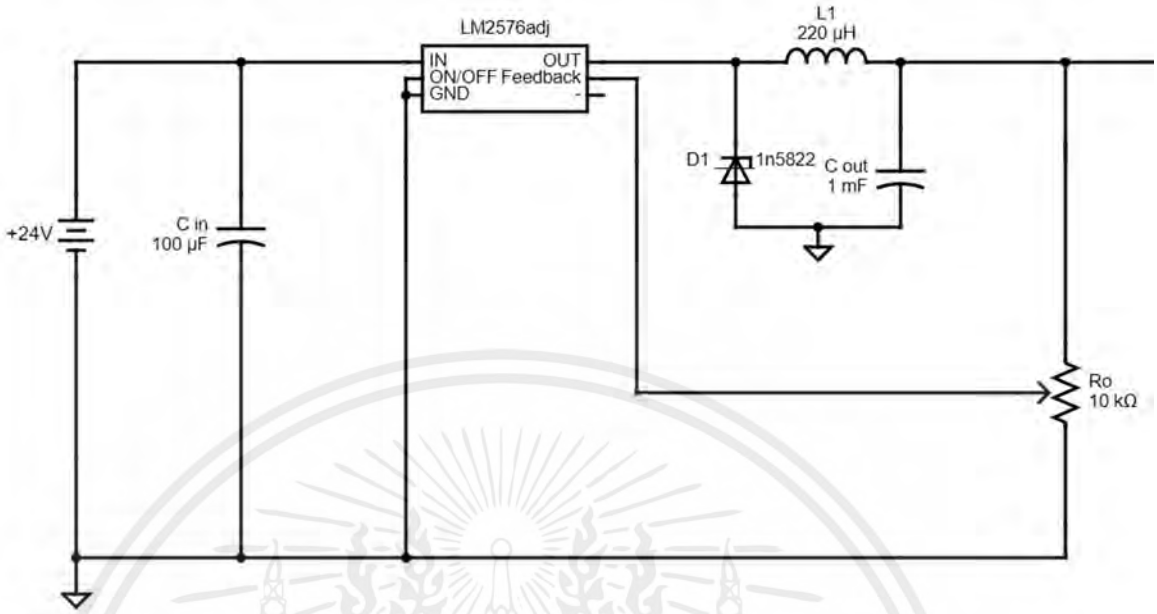
รูปที่ 3.4 NE555Timer Monostable Mode

ในส่วนของวงจร NE555Timer จะทำการใช้งานในโหมด Monostable เพื่อส่งสัญญาณแบบ Single pulse เป็น Output เพื่อให้ Relay 12VDC ทำงานเมื่อ PIN2 ของ NE555Timer มีระดับแรงดันน้อยกว่า 1 ใน 3 ของ V_{Supply} ที่ทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรนี้โดยจะได้มาจากการลดแรงดัน +24VDC ให้ต่ำกว่าหรือเท่ากับ +12VDC ของ LM2576ADJ Buck converter เนื่องจาก NE555Timer สามารถรับไฟเลี้ยงได้เฉพาะช่วงแรงดันนี้ ซึ่งจะปรับให้เป็นค่าไม่ต่ำกว่า +12VDC เพราะ ด้วย Relay ที่ใช้งานในวงจรส่วนที่ทำการส่งสัญญาณ Output ให้กับ Logic controller นั้นต้องการแรงดันเพื่อให้ขดลวดของ Relay ทำงานที่ +12VDC ดังนั้น Output ที่ Pin3 ของ NE555Timer จะต้องมีค่าอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า +12V เพื่อให้ Relay มีการทำงาน R_2 และ C_2 จะทำหน้าที่กำหนดช่วงเวลาการหน่วง (Delay time) ของ Output High เมื่อ Pin2 มีแรงดันเหลือค่าน้อยกว่า 1 ใน 3 ของ V_{Supply} โดยสามารถคำนวณ T_{Delay} ได้จากสมการที่ 3.1

$$T_{Delay} = 1.1\, R_2\, C_2 \tag{3.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 LM2576ADJ Buck switching regulator



รูปที่ 3.5 LM2576ADJ Buck switching regulator

ในส่วนของการออกแบบวงจรลดระดับแรงดันเพื่อลดปริมาณแรงดันไฟตรงที่ได้จาก Controller +24V ให้มีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับ +12V เพื่อนำไปเลี้ยงวงจรส่งสัญญาณพัลส์ และ เนื่องจาก LM2576ADJ สามารถรับแรงดันอินพุตได้ตั้งแต่ 4V ถึง 40V รองรับกระแสได้สูงสุดที่ระดับเท่ากับ 3A

โดยมีฟังก์ชัน(Function) ในการสร้างความถี่ Switching frequency จาก Internal oscillator โดยมีค่า 52 kHz คงที่ และปรับแรงดันเอาต์พุตที่ต้องการจากการใช้ Pin4 เป็น Voltage Feedback จากแรงดันเอาต์พุตเพื่อปรับ Duty cycle ของ Switching frequency และใช้อุปกรณ์ภายนอกที่ต้องการเชื่อมต่อในการทำงานจำนวนที่ไม่มากดังนั้นจึงใช้ LM2576ADJ ในการลดระดับแรงดันในระบบนี้

ก) การคำนวณอัตราส่วน Duty cycle Vin = +24v และแรงดันขาออกที่ต้องการคือ $Vout$ = +12V จากสมการที่ 3.2

$$D = \frac{Vout}{Vin} \tag{3.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D = \frac{12\ V}{24\ V}$$

$$D = 0.5$$

เพราะฉะนั้นค่า Duty cycle จะเท่ากับ 0.5 หรือเวลาที่ Ton ของ Switching frequency และเวลา Toff จะเท่ากับ (1-D) = 1-0.5 = 0.5 ในความถี่ 52 kHz

ข) กระแสของขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductor Current)

กระแสที่ไหลผ่านขดลวดเหนี่ยวนำระหว่างช่วงการทำงานของความถี่ Switching frequency หรือเป็น Ripple current ($\triangle i_L$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.3

โดย L = 220 µH, f_{sw} = 52 kHz, D = 0.5, Vin = +24v

$$\triangle i_L = \frac{Vin(1-D)D}{Lf_{sw}} \qquad (3.3)$$

$$\triangle i_L = \frac{24(1-0.5)0.5}{220\mu(52k)}$$

$$\triangle i_L = 0.52A = 520\ mA$$

เนื่องจาก LM2576ADJ สามารถทนกระแสได้สูงสุด I_{Lmax} = 3A ดังนั้น

$$\%\text{Ripple current} = \frac{\triangle i_L}{I_{Lmax}}\ x\ 100\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%\text{Ripple current} = \frac{0.52\ A}{3\ A} x\ 100\ \% = 17.33\ \%$$

ดังนั้นช่วงกระแส Ripple current ($\triangle i_L$) เท่ากับ 520 mA และมีอัตราส่วนร้อยละของ Ripple current อยู่ที่ 17.33% ที่กระแส $I_{Lmax} = 3A$

ค) Capacitor Output Voltage

ตัวเก็บประจุ C_{out} จะมีกระแส (I_C) ไหลผ่านเมื่อ Ton แต่จะทำหน้าที่กักเก็บแรงดันที่ได้เมื่อ Switching frequency เข้าสู่ช่วง Toff แทนซึ่งเมื่อกระแส (I_C) ที่ไหลผ่านลดลงจากนั้นจะทำการชาร์จแรงดันเป็นเวลาเท่ากับ (1-D)

Voltage ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุจะเท่ากับ Output voltage ดังนั้น $V_c = V_o$ เนื่องจาก C_{out} ขนานกับ R_o และแรงดันที่ V_c จะเกิดการกระเพื่อมอย่างคงที่หรือ Ripple voltage ($\triangle v_o$) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.4

โดย L = 220 µH, C = 1000 µF, f_{sw} = 52 kHz, D = 0.5, Vin = +24V

$$\triangle v_o = \frac{Vin(1-D)D}{8LCf_{sw}^2} \tag{3.4}$$

$$\triangle v_o = \frac{24(1-0.5)0.5}{8(220\mu)(1000\mu)(52k)^2}$$

$$\triangle v_o = 1.26\ mV$$

และ Output voltage ที่ต้องการคือ +12V ดังนั้น

$$\%\text{Ripple voltage} = \frac{\triangle v_o}{V_O}\ x\ 100\ \%$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\%\text{Ripple voltage} = \frac{1.26\ \text{mV}}{12\ V} x100\%$$

$$\%\text{Ripple voltage} = 0.00105\ \%$$

ช่วงของแรงดัน Ripple voltage ($\triangle v_o$) เท่ากับ mV และมีอัตราส่วนร้อยละของ Ripple voltage อยู่ที่ 0.00105% ที่แรงดัน Regulated output +12V

ง) Output resistance

การใช้งานในโหมดแบบ Adjustable ของ LM2576ADJ จะมี Internal Band gap voltage reference ภายใน IC ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.23V ทำการรับค่า Voltage feedback จากวงจรแบ่งแรงดันใน Potentiometer $R_o = 10\ k\Omega$ เพื่อทำหน้าที่ปรับ Duty cycle ของ Internal oscillator ที่จะทำให้แรงดันขาออกมีค่าคงที่ตามที่ต้องการโดยแรงดันที่ต้องการคือ V_{out} = +12V สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3.5

$$V_{out} = 1.23(1 + \frac{R_2}{R_1}) \quad (3.5)$$

$$12 = 1.23 + 1.23\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$12 - 1.23 = 1.23\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{10.77}{1.23} = 8.75$$

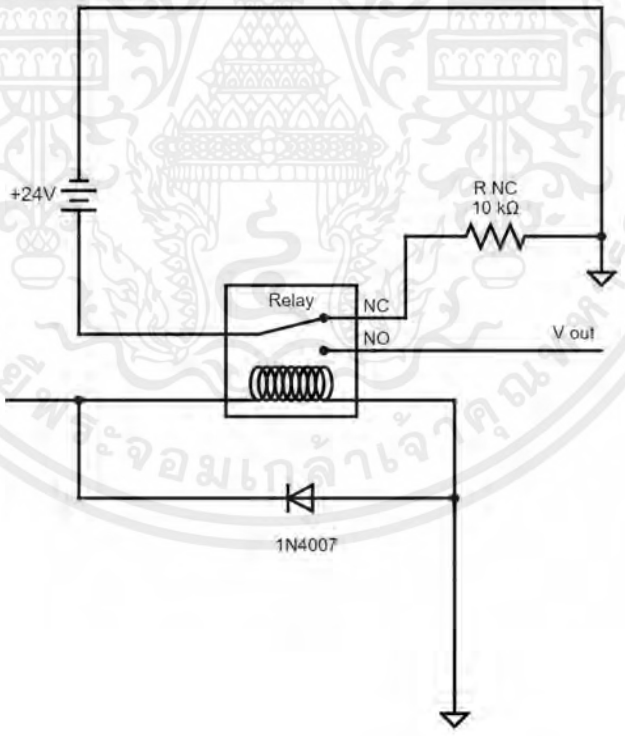
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะฉะนั้น R2 ต้องมีค่าเป็น 8.75 เท่าของ R1 เพื่อให้ได้ Output voltage เท่ากับ +12V

$$10k\Omega = R_1 + 8.75R_1$$

ดังนั้นค่าความต้านทานของ R_1 = 1025 Ω และ R_2= 10k – 1025 = 8975 Ω เพื่อให้ได้ค่าแรงดันขาออกคงที่ +12V ตามต้องการโดยการป้อน Voltage feedback ให้กับ Pin4 Feedback ของ LM2576ADJ

3.2.6 Relay output



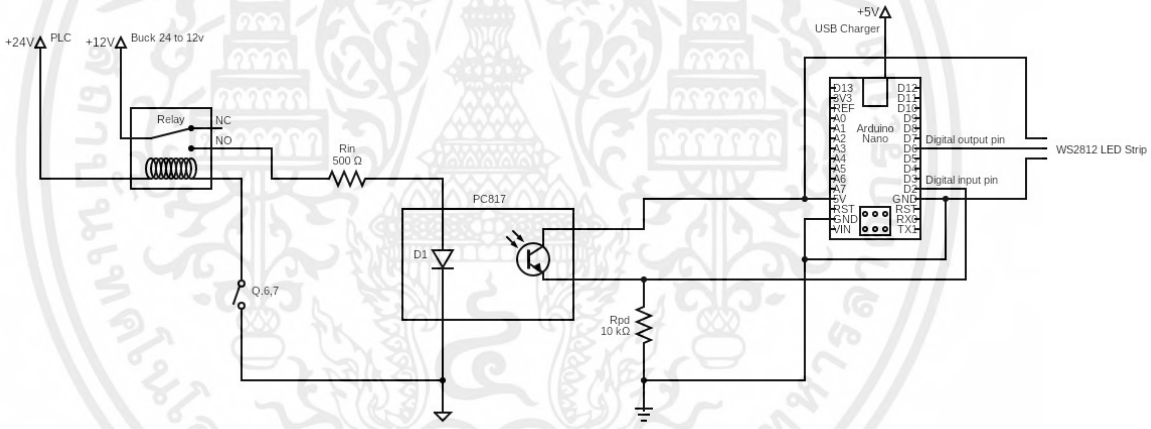
รูปที่ 3.6 Relay output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของ Relay จะทำหน้าที่เป็น Switch เพื่อส่งสัญญาณพัลส์ให้กับ Input port ของ PLC จากการต่อแบบ Dry contact โดยการแยกใช้ Voltage source สำหรับ Relay กับวงจรในระบบส่วนที่เหลือเพื่อไม่ให้เกิดการดึงกระแสมากเกินไปจากการใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง (Voltage source) แหล่งเดียวกันกับการต่อเชื่อมกับวงจรตรวจจับเท่ากับหรือมากกว่าหนึ่งวงจรหรือการต่อแหล่งจ่ายกับ Relay แบบ Wet contact

Relay จะทำงานต่อเมื่อ NE555 Timer ทำการส่งสัญญาณ Output High มาจาก Pin3 Output ที่มีค่า +12V จากนั้น Coil ของ Relay จะทำงานเสมือนกับ Switch เพื่อส่งสัญญาณแรงดันไฟตรง +24V จาก Output port ของ PLC ไปให้ Input port ที่ทำการตั้งค่าไว้เป็นพัลส์อินพุตสำหรับการนับใน Function block counter ของโปรแกรมออกแบบใน PLC software

3.2.7 LED Strip controlling board



รูปที่ 3.7 LED Controlling board

Relay 24VDC ทำหน้าที่เป็น Input ให้กับ PC817 Input pin เพื่อสั่งให้ไฟเขียวหรือแดงเริ่มนับเวลาถอยหลังจากการสั่งงานของ Relay switch ใน PLC (Q.6 และ Q.7) และนำแรงดัน +12VDC จาก Buck converter มาเป็นแหล่งจ่ายให้กับ Node common ของ Relay เพื่อลดทอนโอกาสเกิดความเสียหายต่อ Optocoupler PC817 จากการ Overvoltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Collector pin ของ PC817 ได้รับแหล่งจ่าย +5VDC จาก 5V Pin ของ Arduino NANO board และ Emitter pin ทำการเชื่อมต่อกับ 10kΩ Pull-down resistor และ Digital input pin ที่กำหนดไว้ภายในส่วนของ Coding.

3.3 ขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบโปรแกรมจะออกแบบให้เวลาของไฟแดงและไฟเขียวขึ้นอยู่กับทั้งจำนวนคนที่ข้าถนนและจำนวนรถที่วิ่งผ่านอุปกรณ์นับ Inductive proximity sensor

3.3.1 PLC Program flowchart

การทำงานของโปรแกรม PLC ที่ออกแบบในซอฟต์แวร์ Ecostruxure machine basic จะประกอบไปด้วยเงื่อนไขการทำงานหลักที่กำหนดทั้งหมด 3 เงื่อนไข ได้แก่

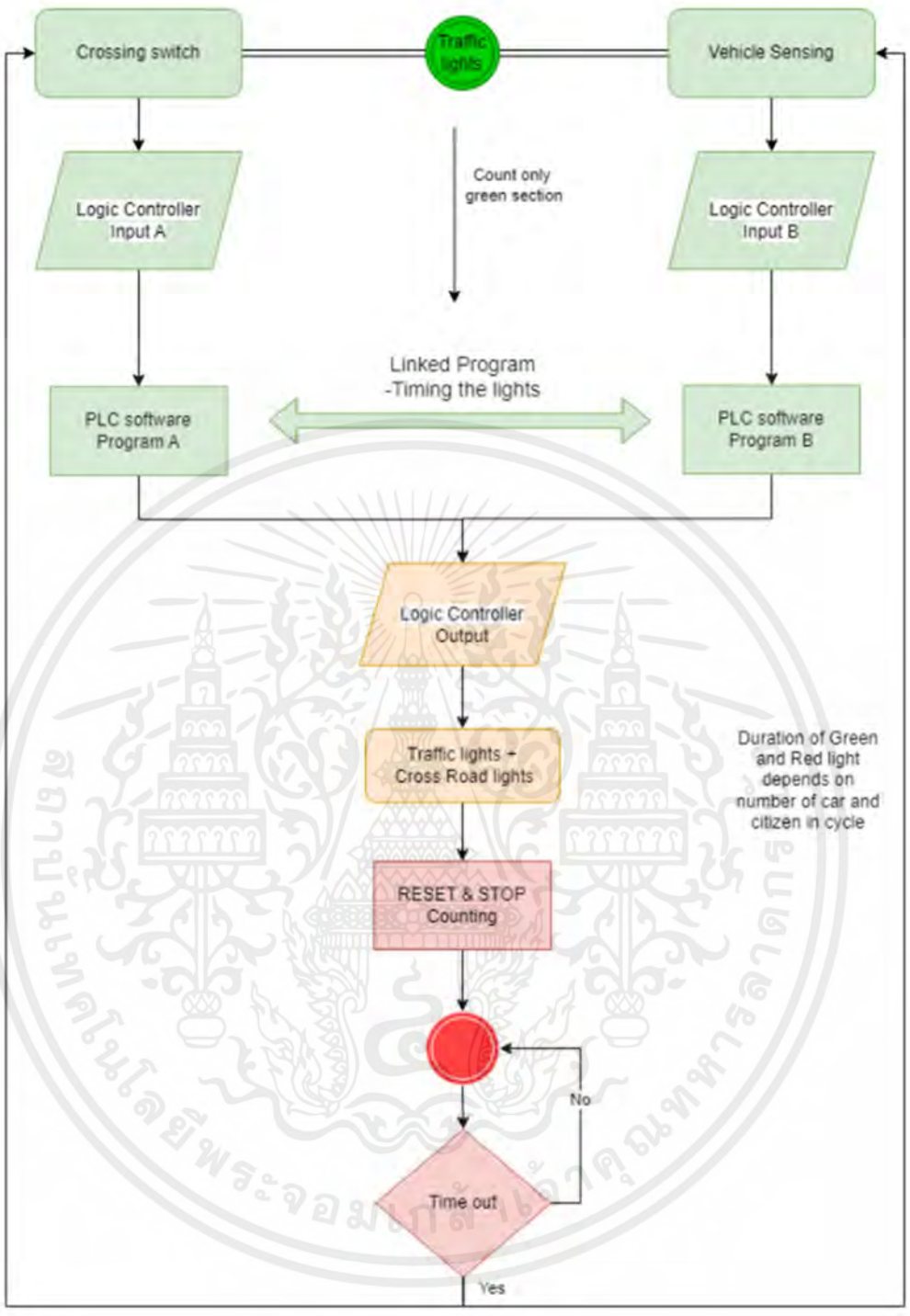
1. การทำงานของไฟแดง เขียว และเหลือง ในสภาวะปกติ
2. การทำงานเมื่อมีจำนวนคนข้ามถึงค่าที่กำหนด
3. การทำงานเมื่อมีจำนวนรถผ่านถึงค่าที่กำหนด

โดยเวลาที่กำหนดจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยที่มีความเกี่ยวเนื่องกันในทั้งสามเงื่อนไขในโปรแกรมเพื่อไม่ให้ค่าเวลาตามเงื่อนไขจากจำนวนรถที่นับและคนข้ามถนนเกิดการทับซ้อนกันซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ไฟจราจรทำงานไม่ถูกต้อง

ในสภาวะปกติคือสภาพการจราจรที่มีรถไม่หนาแน่นไฟแดงและไฟเขียวจะมีเวลาปกติตามที่กำหนดแต่ถ้าหากว่ามีคนข้ามถนนหรือมีรถผ่านตามมีจำนวนถึงที่ตั้งค่าไว้ซึ่งจะนับภายในเวลาที่ไฟเขียวทำงานอยู่เท่านั้นเวลาของไฟแดงและไฟเขียวจะถูกเพิ่มเวลาและค้างไว้ตามจำนวนที่เข้าเงื่อนไขที่กำหนดในโปรแกรมโดยใช้ ‘Timer’ ในการตั้งค่าเวลา

ในแต่ละคำสั่งนอกจาก Contact และ Coil ทุกชนิด จะมีการใช้งาน Function block diagram ‘Counter’ สำหรับนับจำนวนคนข้ามกับจำนวนรถที่วิ่งผ่าน และ ‘Comparison’ ใช้ในการสร้างเงื่อนไขเปรียบเทียบสองจำนวนที่เป็นปริมาณตัวเลขภายในโปรแกรมหรือค่าที่ผู้ใช้กำหนดเองในแต่ละคำสั่ง ซึ่งจะมีทำงานเป็น Line ส่งผ่านข้อมูลภายใน Rung เมื่อจำนวนที่กล่าวมาเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 PLC Program Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 PLC Program organization units (POUs)

POU

Master Task

1 - New POU

Master Task

Rung0 - Start Green

Variables used:

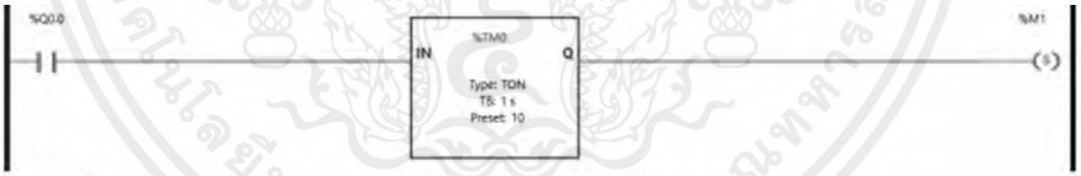
%I0.12	S_AND_R
%I0.13	POWER
%Q0.0	GREEN_X
%Q0.1	YELLOW_X
%Q0.2	RED_X

Rung1 - Start Red

Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%I0.13	POWER
%Q0.3	GREEN_Y
%Q0.4	YELLOW_Y
%Q0.5	RED_Y

Rung2 - Green to Yellow X

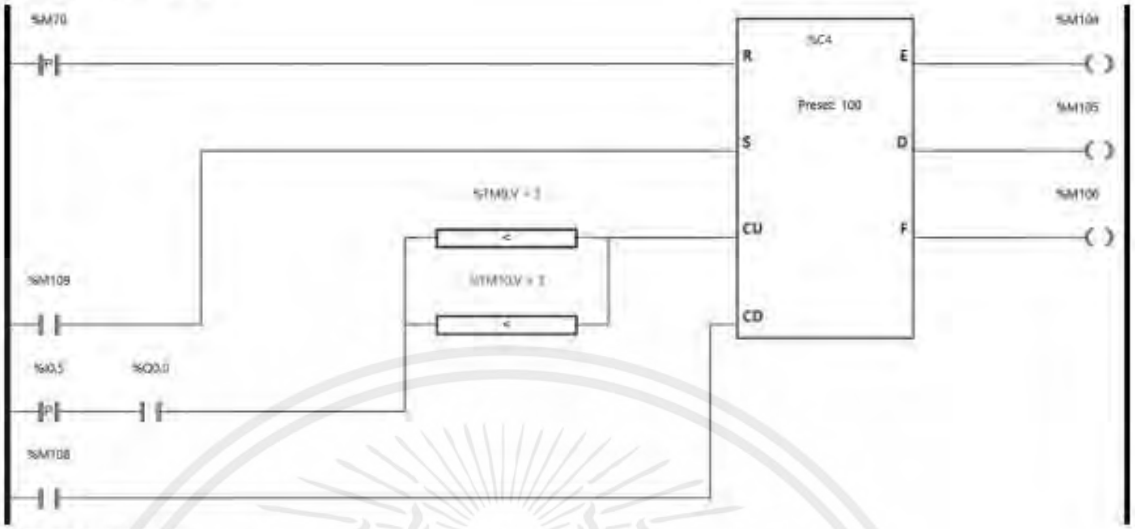


Variables used:

%M1	GREEN_TO_YELLOW_X
%Q0.0	GREEN_X
%TM0	GREEN_TIMER_X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung3 - CTR Ve X



Variables used:

%C4	V_CTR_X
%I0.5	V_COUNT_UP_X
%M70	R_CTR_X
%M104	
%M105	
%M106	
%M108	
%M109	
%Q0.0	GREEN_X
%TM9.V	GREEN_X_CASE1.V
%TM10.V	GREEN_X_CASE2.V

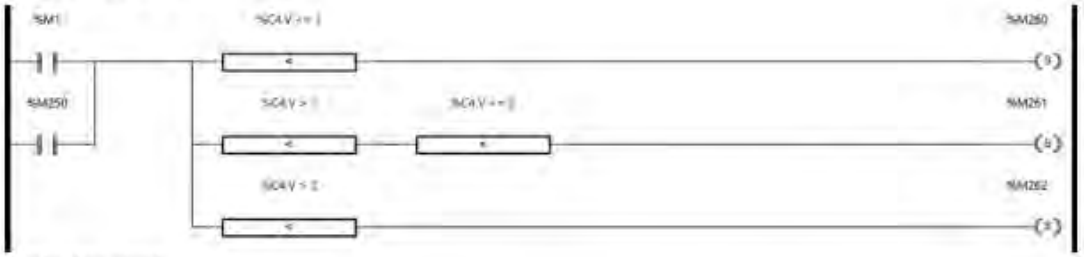
Rung4 - Have car X

Variables used:

%C4.V	V_CTR_X.V
%M290	HAVE_CAR_X
%Q0.0	GREEN_X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung5 - Case Ve X



Variables used:

%C4.V	V_CTR_X.V
%M1	GREEN_TO_YELLOW_X
%M250	TRIGGER_YELLOW
%M260	X_CASE_0
%M261	X_CASE_1
%M262	X_CASE_2

Rung6 - Case 1 X

Variables used:

%M261	X_CASE_1
%M263	EX_CASE_1
%TM9	GREEN_X_CASE1

Rung7 - Case 2 X

Variables used:

%M262	X_CASE_2
%M268	EX_CASE_2
%TM10	GREEN_X_CASE2

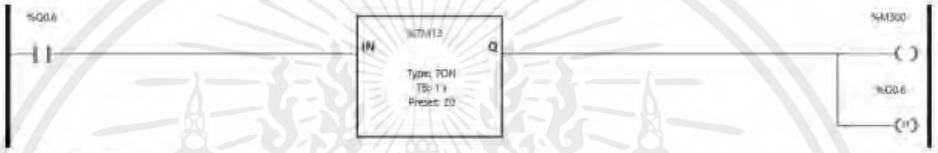
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung8 - Green switch X

Variables used:

%M256	HAVE_CROSS_Y	
%M260	X_CASE_0	
%M263	EX_CASE_1	
%M268	EX_CASE_2	
%M290	HAVE_CAR_X	
%Q0.6	GREEN_SW_X	And red Y

Rung9 - Green set X



Variables used:

%M300	GX_SET_END	
%Q0.6	GREEN_SW_X	And red Y
%TM13	GREENX_SET	

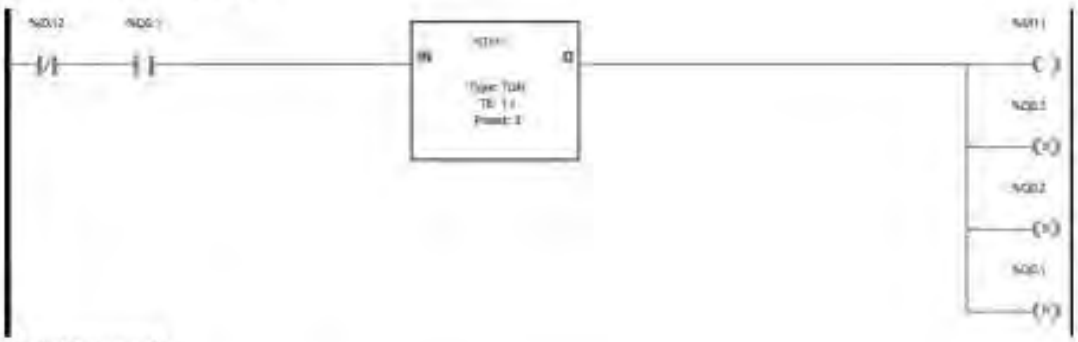
Rung10 - Trigger yellow&hold X

Variables used:

%M1	GREEN_TO_YELLOW_X
%M250	TRIGGER_YELLOW
%M260	X_CASE_0
%M261	X_CASE_1
%M262	X_CASE_2
%M263	EX_CASE_1
%M268	EX_CASE_2
%M300	GX_SET_END
%Q0.1	YELLOW_X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

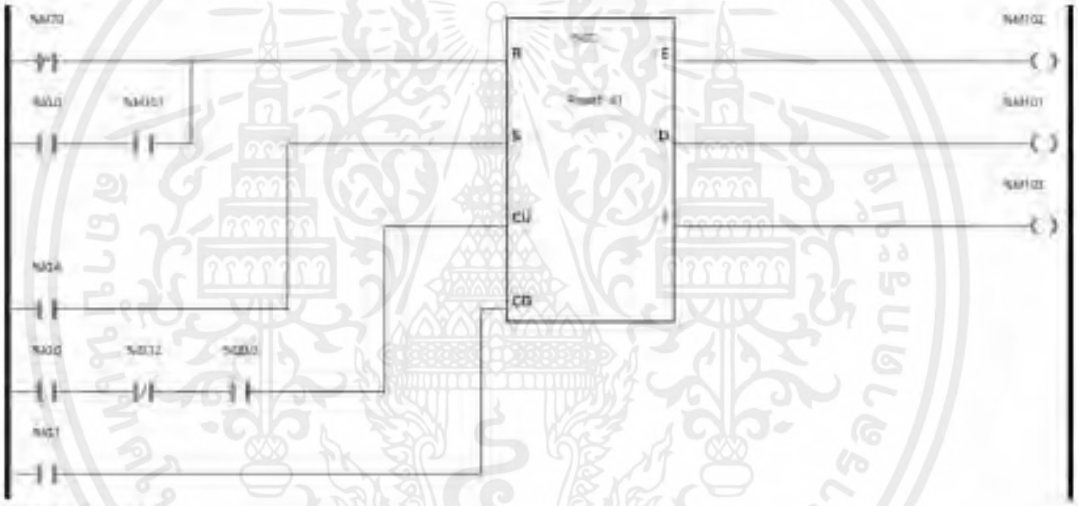
Rung11 - Yellow to Red X



Variables used:

%I0.12	B_AND_P
%M11	CHECK_ZERO_X
%Q0.1	YELLOW_X
%Q0.2	RED_X
%Q0.3	GREEN_X
%M11	YELLOW_TMR_X

Rung12 - CTR X



Variables used:

%C0	CTR_X
%I0.0	COUNT_UP_P
%I0.1	
%I0.4	
%I0.13	S_AND_P
%M70	B_CTR_X
%M101	
%M102	
%M103	
%Q0.0	GREEN_P

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung13 - HAVE CROSS X

Variables used:

%I0.0	COUNT_UP_X
%M257	HAVE_CROSS_X

Rung14 - check zero X

Variables used:

%C0.V	CTR_X.V
%M3	ZERO
%M6	ONE_KON
%M11	CHECK_ZERO_X

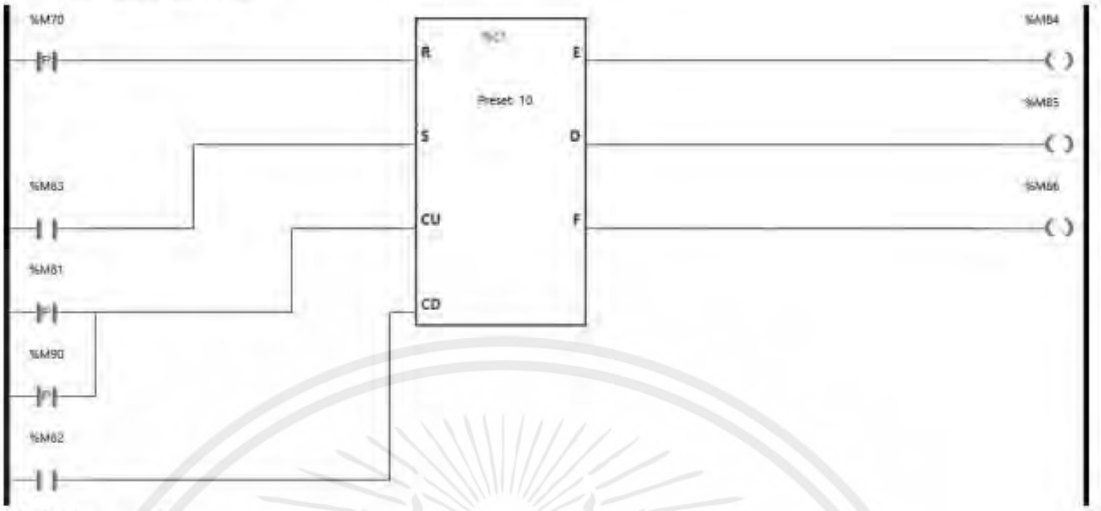
Rung15 - One crossing X

Variables used:

%C0.V	CTR_X.V
%I0.12	S_AND_R
%M4	ONE_OUT
%M6	ONE_KON
%M90	CHECK_2
%TM2	ONE_KON_RED_ADDER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

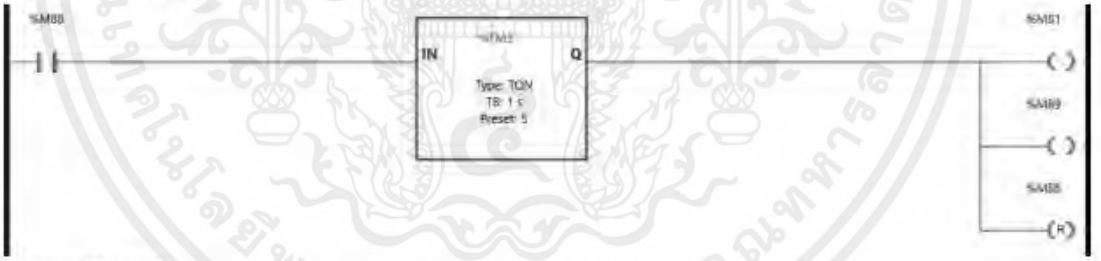
Rung16 - CTR follow X



Variables used:

%C1	CTR_FOLLOW_X
%M70	R_CTR_X
%M81	RED_CHECK_CTR_FOLLOW
%M82	
%M83	
%M84	
%M85	
%M86	
%M90	CHECK_2

Rung17 - Red adder X

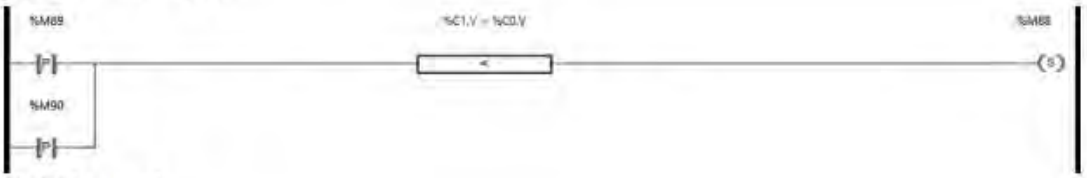


Variables used:

%M81	RED_CHECK_CTR_FOLLOW
%M88	LOOP_ADDER_X
%M89	CHECK_1
%TM3	RED_ADDER_X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

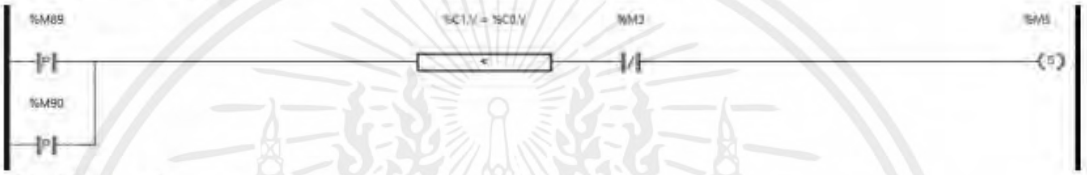
Rung18 - IF C1<C0 X



Variables used:

%C0.V	CTR_X.V
%C1.V	CTR_FOLLOW_X.V
%M88	LOOP_ADDER_X
%M89	CHECK_1
%M90	CHECK_2

Rung19 - IF C1<C0 X

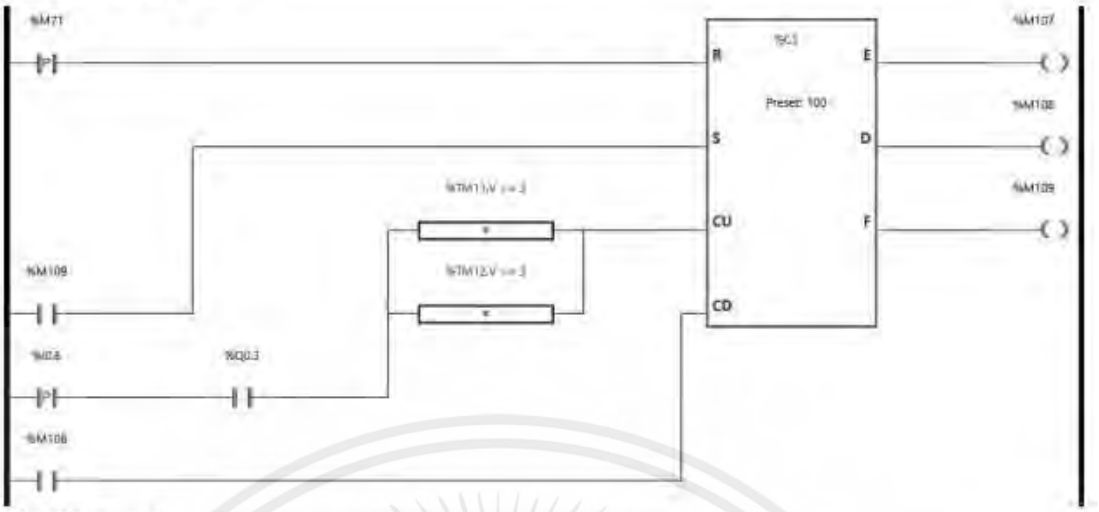


Variables used:

%C0.V	CTR_X.V
%C1.V	CTR_FOLLOW_X.V
%M3	ZERO
%M5	EOC_OUT
%M89	CHECK_1
%M90	CHECK_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung20 - CTR Ve Y



Variables used:

%C5	CTR_VE_Y
%I0.6	V_COUNT_UP_Y
%M71	R_CTR_Y
%M107	
%M108	
%M109	
%Q0.3	GREEN_Y
%TM11.V	TMR_CASE_1_Y.V
%TM12.V	TMR_CASE_2_Y.V

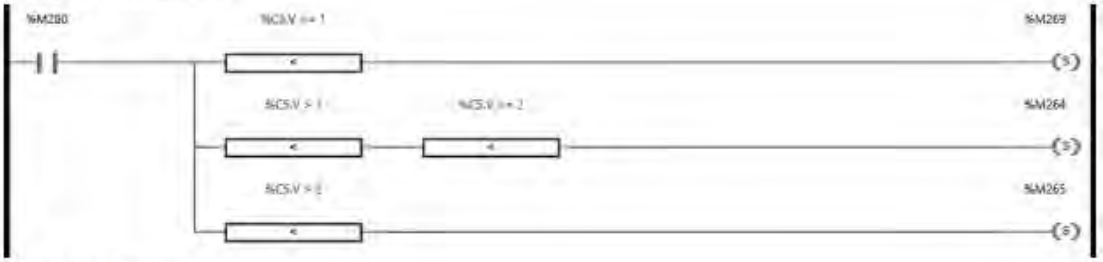
Rung21 - Have car Y

Variables used:

%C5.V	CTR_VE_Y.V
%M280	V_Y_1
%Q0.3	GREEN_Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

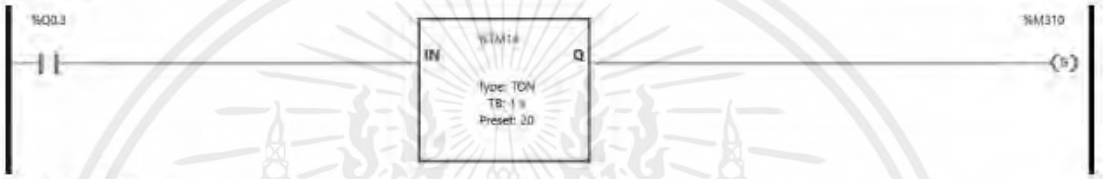
Rung22 - Case Ve Y



Variables used:

%C5.V	CTR_VE_Y.V
%M264	Y_CASE_1
%M265	Y_CASE_2
%M263	Y_CASE_0
%M280	V_Y_1

Rung23



Variables used:

%M310	
%Q0.3	GREEN_Y
%TM14	GREENY_SET

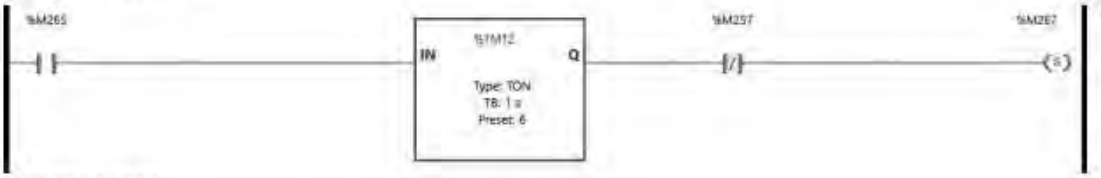
Rung24 - Case 1 Y

Variables used:

%M257	HAVE_CROSS_X
%M264	Y_CASE_1
%M266	EY_CASE_1
%TM11	TMR_CASE_1_Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung25 - Case 2 Y



Variables used:

%M257	HAVE_CROSS_X
%M265	Y_CASE_2
%M267	SY_CASE_2
%TM12	TMR_CASE_2_Y

Rung26 - End case Y

Variables used:

%M264	Y_CASE_1
%M265	Y_CASE_2
%M266	SY_CASE_1
%M267	SY_CASE_2
%M280	V_Y_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung27 - Red switch X

Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%M3	ZERO
%M4	ONE_OUT
%M5	EOC_OUT
%M257	HAVE_CROSS_X
%M280	V_Y_1
%M310	
%Q0.7	RED_SW_X

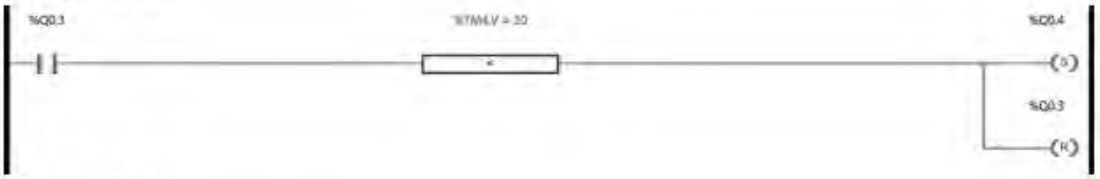
Rung28 - Red set X

Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%M3	ZERO
%M4	ONE_OUT
%M5	EOC_OUT
%M70	R_CTR_X
%Q0.2	RED_X
%Q0.7	RED_SW_X
%TM4	RED_NORM_X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

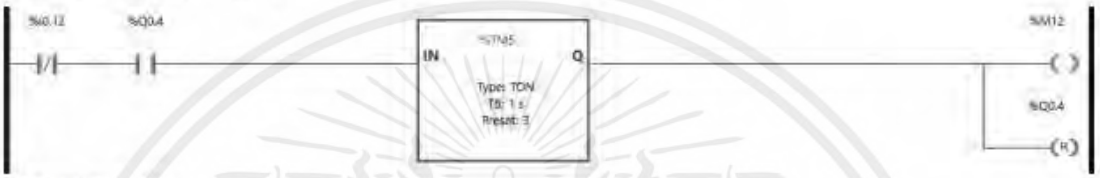
Rung29 - X to Y



Variables used:

%Q0.3	GREEN_Y
%Q0.4	YELLOW_Y
%TM4.V	RED_NORM_X.V

Rung30 - Yellow to Red Y

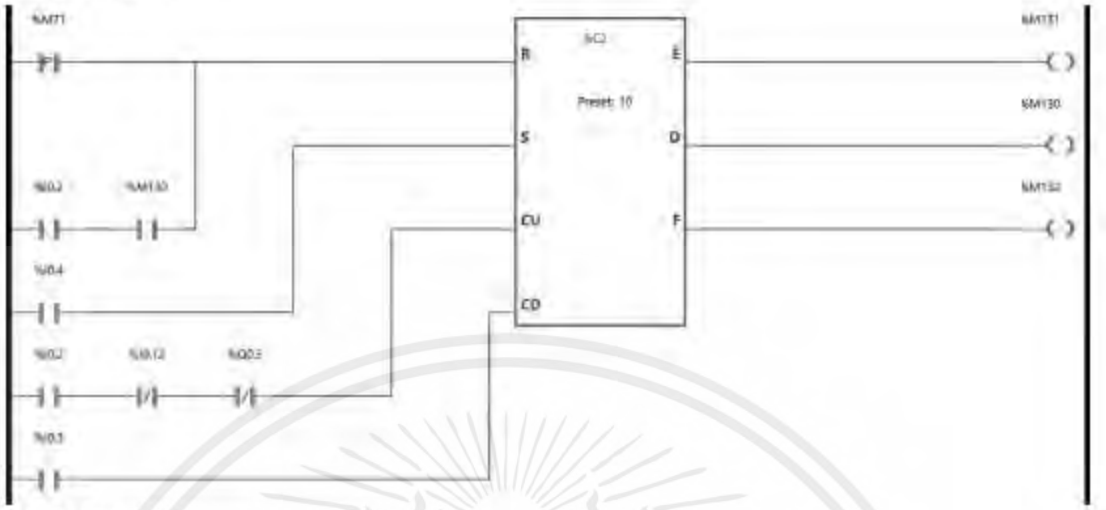


Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%M12	CHECK_ZERO_Y
%Q0.4	YELLOW_Y
%TM5	YELLOW_TMR_Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung31 - CTR Y



Variables used:

%C2	CTR_Y
%I0.2	COUNT_UP_Y
%I0.3	
%I0.4	
%I0.3	S_AND_R
%M71	R_CTR_Y
%M130	
%M131	
%M132	
%Q0.3	RED_Y

Rung32 - Have cross y

Variables used:

%I0.2	COUNT_UP_Y
%M256	HAVE_CROSS_Y

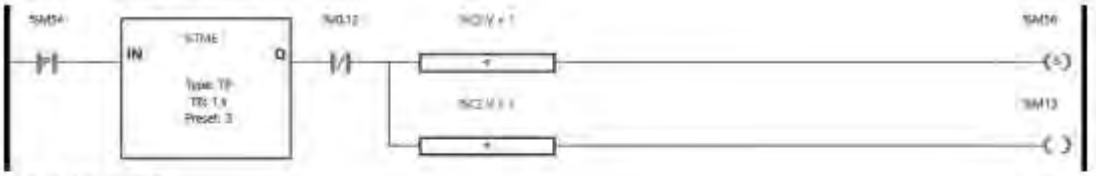
Rung33 - Check zero Y

Variables used:

%C2.V	CTR_Y.V
%M12	CHECK_ZERO_Y
%M53	ZERO_OUT_Y
%M54	ONE_KON_Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

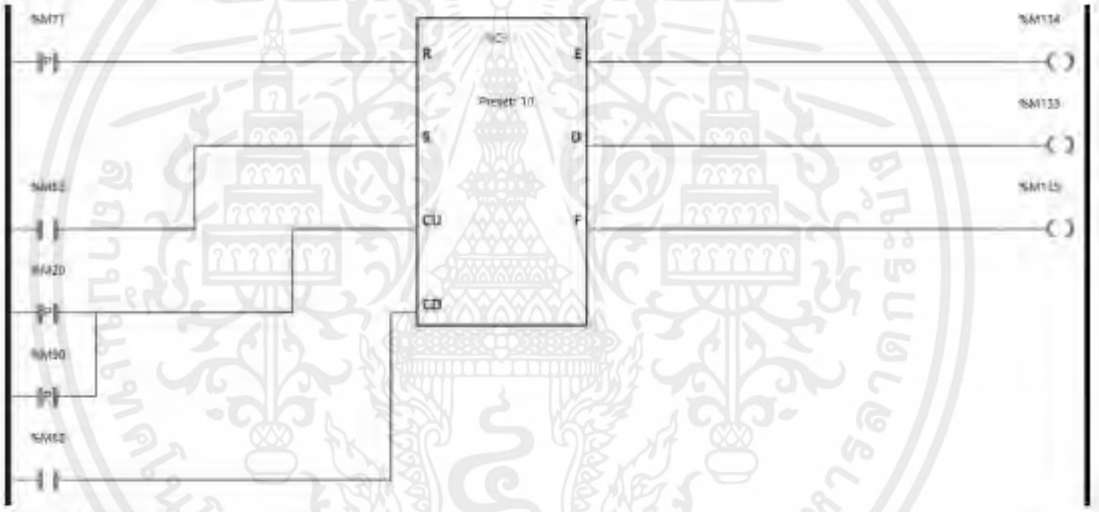
Rung34 - One crossing Y



Variables used:

%C2.V	CTR_Y.V
%I0.12	S_AND_R
%M13	CHECK_Y1
%M54	ONE_KON_Y
%M56	ONE_OUT_Y
%TM6	ONE_KON_RED_BODER_Y

Rung35 - CTR follow Y

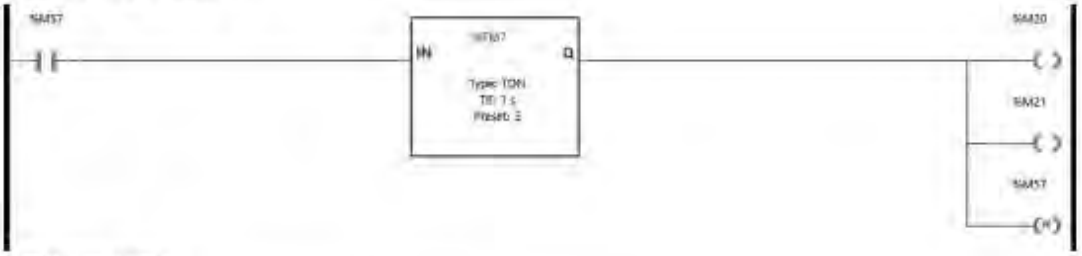


Variables used:

%C3	CTR_FOLLOW_Y
%M20	RED_CHECK_CTR_FOLLOW_Y
%M71	R_CTR_I
%M62	
%M63	
%M90	CHECK_I
%M133	
%M134	
%M135	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung36 - Red adder Y

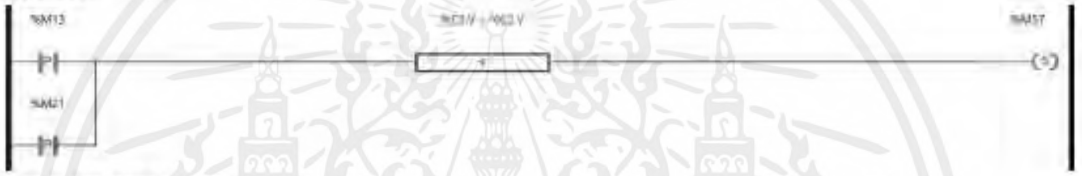


Variables used:

%M20	RED_CHECK_CTR_FOLLOW_Y
%M21	CHECK_Y2
%M57	LOOP_ADDER_Y
%TM7	RED_ADDER_TMR_Y

Rung37 - IF C1<C0 Y

Comment:

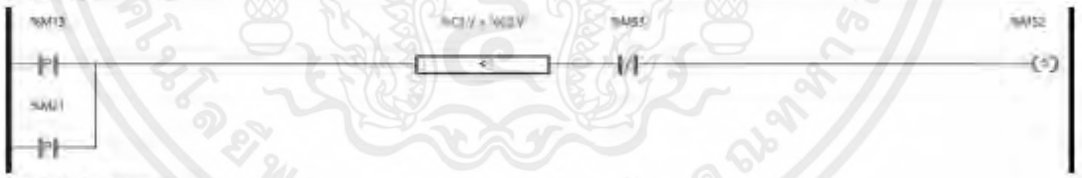


Variables used:

%C2.V	CTR_Y.V
%C3.V	CTR_FOLLOW_Y.V
%M13	CHECK_Y1
%M21	CHECK_Y2
%M57	LOOP_ADDER_Y

Rung38 - IF C1<C0 Y

Comment:



Variables used:

%C2.V	CTR_Y.V
%C3.V	CTR_FOLLOW_Y.V
%M13	CHECK_Y1
%M21	CHECK_Y2
%M52	EOC_OUT_Y
%M53	ZERO_OUT_Y

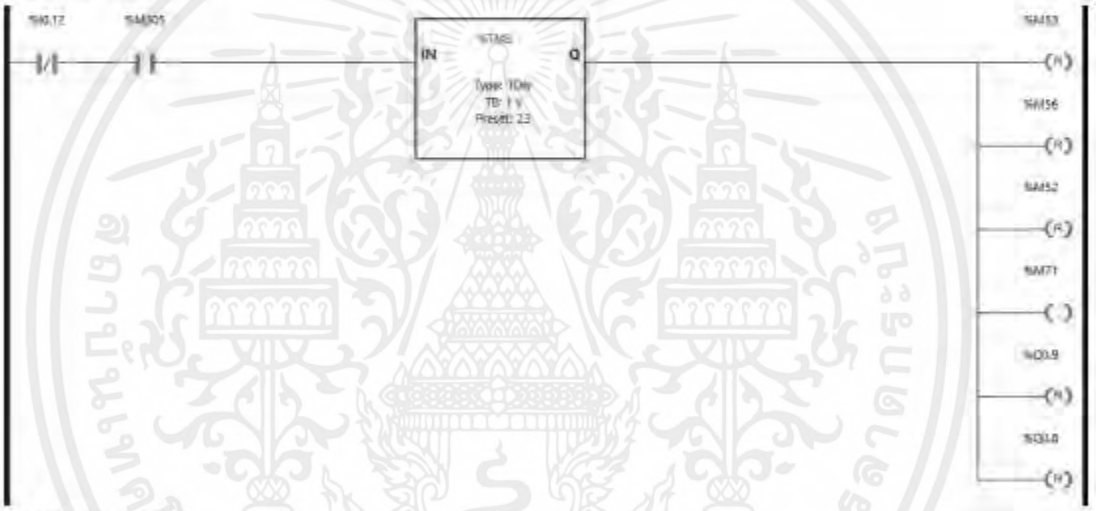
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung39 - Red switch Y

Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%M52	EOC_OUT_Y
%M53	ZERO_OUT_Y
%M56	ONE_OUT_Y
%M256	HAVE_CROSS_Y
%M290	HAVE_CAR_X
%M305	TRIGGER_RED

Rung40 - Red set Y

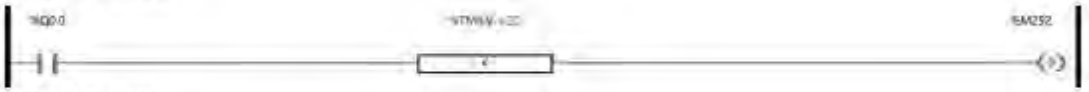


Variables used:

%I0.12	S_AND_R
%M52	EOC_OUT_Y
%M53	ZERO_OUT_Y
%M56	ONE_OUT_Y
%M71	R_CTR_Y
%M305	TRIGGER_RED
%Q0.8	GREEN_SW_Y
%Q0.9	RED_SW_Y
%TM8	RED_NORM_Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

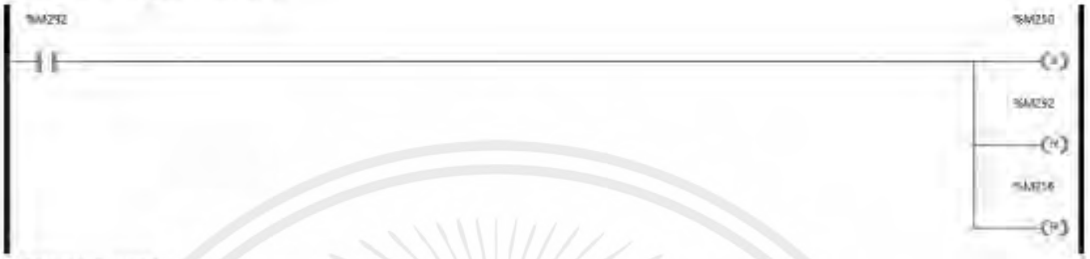
Rung41 - Y to X



Variables used:

%M292	END_RED_Y
%Q0.0	GREEN_Y
%TM8.V	RED_NORM_Y.V

Rung42 - Trigger Yellow X



Variables used:

%M250	TRIGGER_YELLOW
%M256	RAVE_CROSS_Y
%M292	END_RED_Y

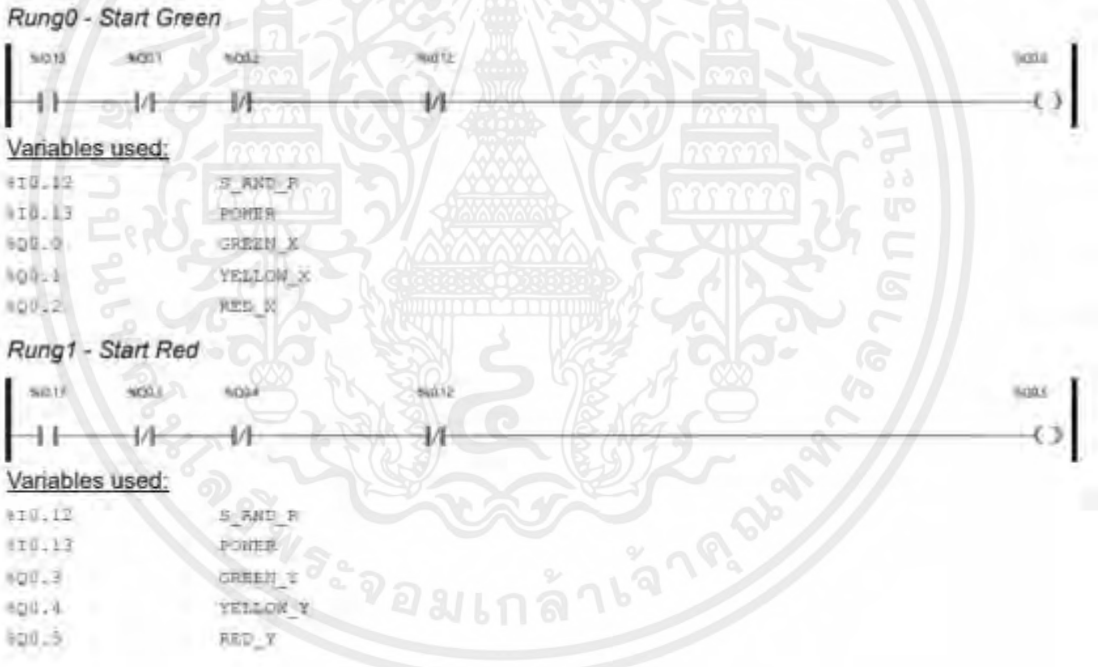
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 Red, Green and Yellow timing condition

เวลาของไฟเขียวกับไฟแดงจะใช้เงื่อนไขภายในคำสั่งคือถ้าหากว่าไฟเขียวกำลังทำงานอยู่ไฟแดงและไฟเหลืองจะไม่ทำงานเช่นเดียวกับเมื่อถึงเวลาที่ไฟแดงทำงาน สำหรับไฟเหลืองจะคงที่ไว้ที่ 3 วินาทีเช่นเดียวกับไฟจราจรทั่วไป

ในกรณีที่มีจำนวนคนข้ามหรือจำนวนรถวิ่งผ่านถึงปริมาณที่กำหนดเวลาของไฟเขียวกับไฟแดงจะเพิ่มขึ้นตามค่าที่กำหนดจากผู้ใช้และเวลาของไฟแดงในรอบต่อไปจะเพิ่มขึ้นตามเงื่อนในคำสั่งแยกสำหรับการนับทั้งสองค่า

การใช้งานของโปรแกรมจะเริ่มต้นจากคำสั่งนี้ในทั้งตอนเริ่มเปิดการใช้งานและเมื่อโปรแกรมทำงานสำเร็จเรียบร้อยจนถึงคำสั่งสุดท้ายหรือวนลูปมาที่คำสั่ง Rung แรกเสมอ



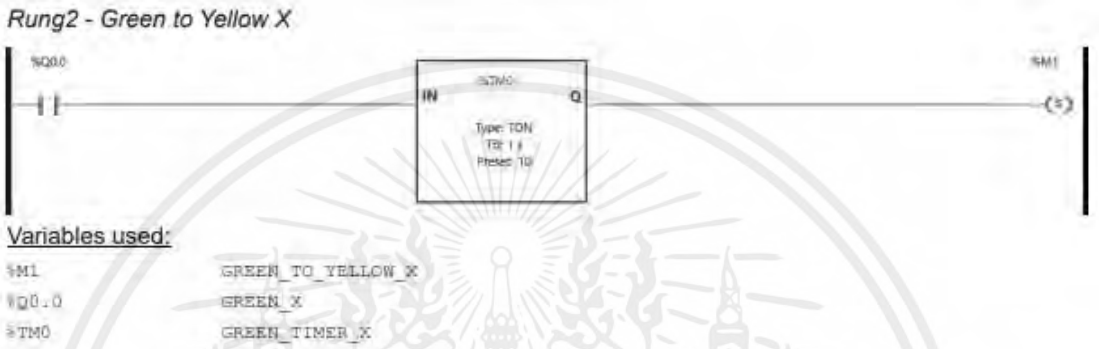
รูปที่ 3.9 Rung 0 และ 1

X และ Y ในแต่ละ Rung จะใช้ในการอธิบายกำกับคำสั่งและตัวแปรในโปรแกรมว่าเป็นทางเดินรถเลนใด ซึ่งไฟจราจรจะทำงานตรงกันข้ามแต่ยังคงเกี่ยวเนื่องกันในส่วนของค่าเวลาที่จะมีการเปลี่ยนแปลงภายในคำสั่งที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Rung 0 และ 1 ใช้ในการควบคุมเงื่อนไขการทำงานของไฟเขียว และไฟแดงที่ไม่ใช่ทางเดินรถเดียวกันหรือในอีกเลนที่อยู่ในแยกเดียวกัน

โดยใช้ตรรกะการควบคุมคือ ถ้าหากไฟแดงหรือไฟเหลืองกำลังทำงานไฟเขียวจะไม่ทำงาน หรือหมายความว่าหากสีใดทำงานอยู่ หลอดไฟสีที่เหลืองจะไม่ทำงาน (แต่ยังคงมีการนับเวลา)

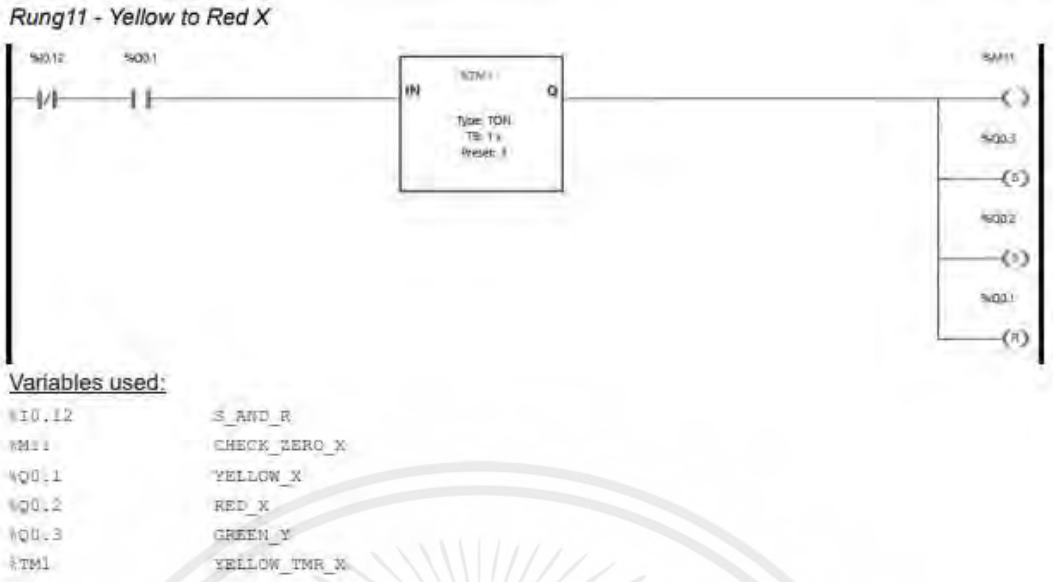


รูปที่ 3.10 Rung 2

ใน Rung 2 จะทำการกำหนดค่าเวลาของไฟเขียวเริ่มต้นครั้งแรกจาก TM0 เมื่อระบบเริ่มการทำงานและเมื่ออยู่ในสภาวะการจราจรไม่หนาแน่น เมื่อครบเวลาจะทำให้ M1 Set ไปเข้าคำสั่งตรวจสอบจำนวนรถผ่านและคนข้ามถนนในช่องทางเดินรถตรงข้ามก่อนที่ไฟเหลืองทำงาน

โดยจะค้างการทำงานไว้แม้ว่าไฟเขียวจะนับเวลาครบแล้วตามปกติที่กำหนดหากเข้าเงื่อนไขในการตรวจสอบจำนวน และในช่วงเวลานี้จะสามารถนับจำนวนรถที่ผ่านได้ก่อนที่ไฟเขียวจะทำการนับถอยหลังเท่านั้น แต่จำนวนคนข้ามจะสามารถนับได้แม้เวลาไฟเขียวกำลังนับถอยหลัง

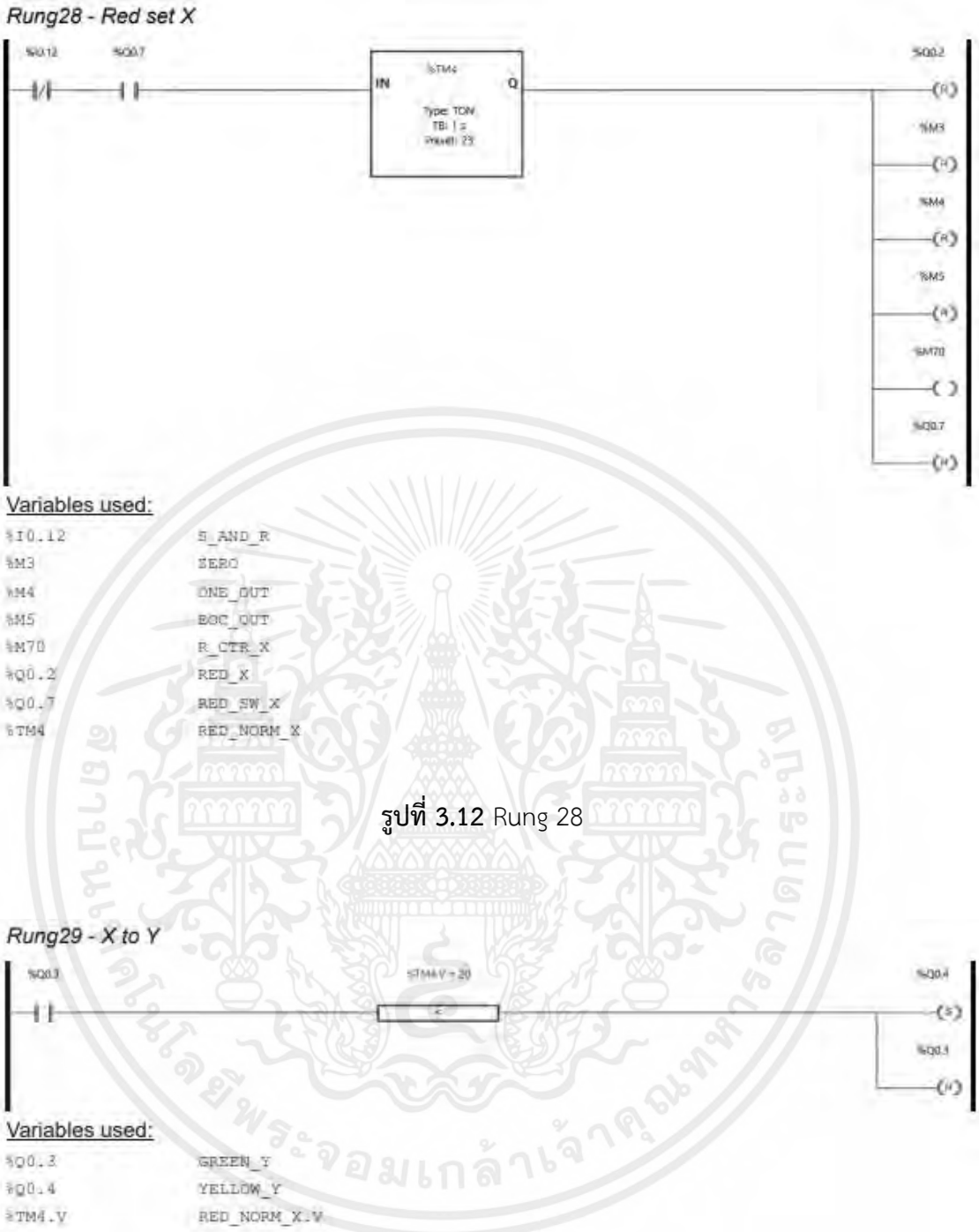
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 Rung 11

ใน Rung 11 จะเป็นเวลาของไฟเหลืองปกติโดยจะตั้งค่าไว้ที่ 3 วินาทีตามปกติ ซึ่งจะทำงานก็ต่อเมื่อผ่านในเงื่อนไขการตรวจสอบจำนวนรถในเลนนั้นและจำนวนคนข้ามถนนในเลนตรงข้ามเมื่อครบเวลา 3 วินาที จากนั้นจะทำให้เข้าสู่เงื่อนไขตรวจสอบคนข้ามถนนในเลนนี้ในช่วงการทำงานของไฟแดงและจะทำให้ไฟเขียวในเลนตรงข้ามทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Rung 28

รูปที่ 3.13 Rung 29

ใน Rung 28 เป็นการตั้งค่าเวลาปกติของไฟแดงในเลน X ซึ่งจะทำงานเป็นปกติ หลังจากไฟเหลืองทำงานเสร็จสิ้นและสภาพการจราจรอยู่ในสภาวะปกติ ต่อมาหลังจากที่ไฟแดงหมดเวลาในคำสั่งนี้จะทำการ Reset ค่าที่ทำการนับใน Counter ของทั้งจำนวนคนข้ามและรถที่วิ่งผ่าน และจะกลับไปทำงานในคำสั่งเริ่มต้นที่ Rung 0 และ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Rung 29 เงื่อนไขนี้จำเป็นที่จะต้องมีเนื่องจากว่าก่อนที่ไฟแดงในเลน X กำลังจะหมดเวลาก่อน 3 วินาทีจะเป็นการสั่งไฟเขียวและไฟเหลืองของเลน Y ให้ทำงาน เพื่อให้ไฟจราจรมีความเกี่ยวเนื่องกันและทำงานอย่างถูกต้องภายในสี่แยก โดยใช้ Comparison ในการเปรียบเทียบเมื่อค่าของ TM4 ทำการนับจนถึงก่อนที่เวลาจะหมด ($T_{Red\ Normal} - 3s.$) เงื่อนไขนี้จึงจะเกิดการทำงาน

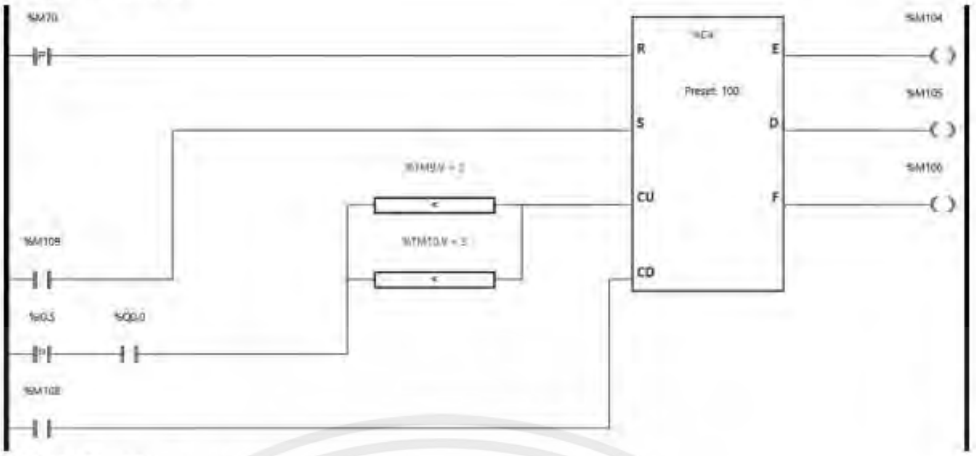
3.3.4 Vehicle sensing condition (Program A)

จะทำการตั้งเงื่อนไขไว้อย่างน้อย 3 กรณีในทั้งเลน X และ Y ซึ่งสามารถที่จะเพิ่มหรือลดได้ตามที่ผู้ใช้กำหนด โดยจะมีกรณีที่สภาวะการจราจรปกติไม่หนาแน่น, การจราจรมีค่อนข้างมากหรือเคลื่อนตัวแบบความเร็วคงที่มีปริมาณน้อย และสภาวะการจราจรหนาแน่นถึงสภาพการจราจรขับเคลื่อนตัวได้ยาก

โดยจะทำการนับจำนวนรถยนต์ที่วิ่งผ่าน เฉพาะในเวลาที่ไฟเขียวทำงานในช่องทางการเดินรถที่สนใจและจะเพิ่มในเวลานั้นหากมีจำนวนรถยนต์ผ่านจุดตรวจรับสัญญาณตามที่กำหนดโดยจะการค้างการทำงานไว้จนกว่าจะเงื่อนไขจะครบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

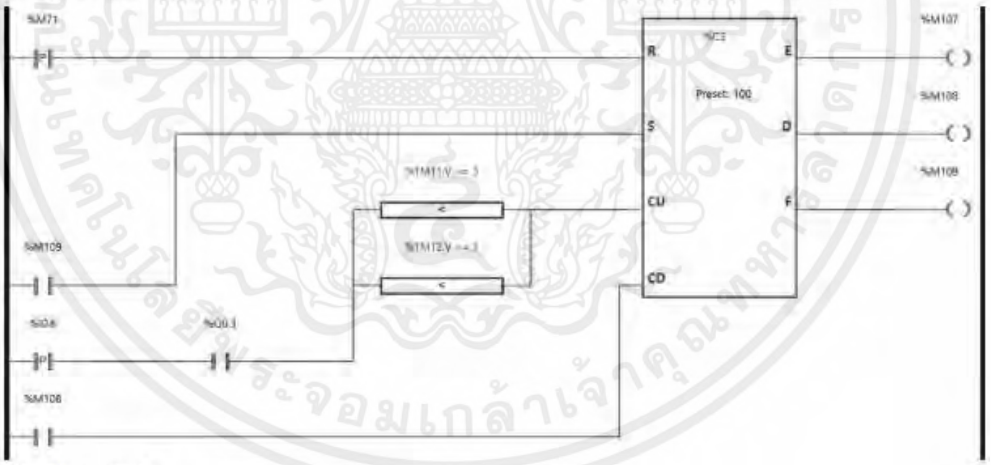
Rung3 - CTR Ve X



Variables used:

%C4	V_CTR_X
%I0.5	V_COUNT_UP_X
%M70	R_CTR_X
%M104	
%M105	
%M106	
%M108	
%M109	
%Q0.0	GREEN_X
%TM9.V	GREEN_X_CASE1.V
%TM10.V	GREEN_X_CASE2.V

Rung20 - CTR Ve Y



Variables used:

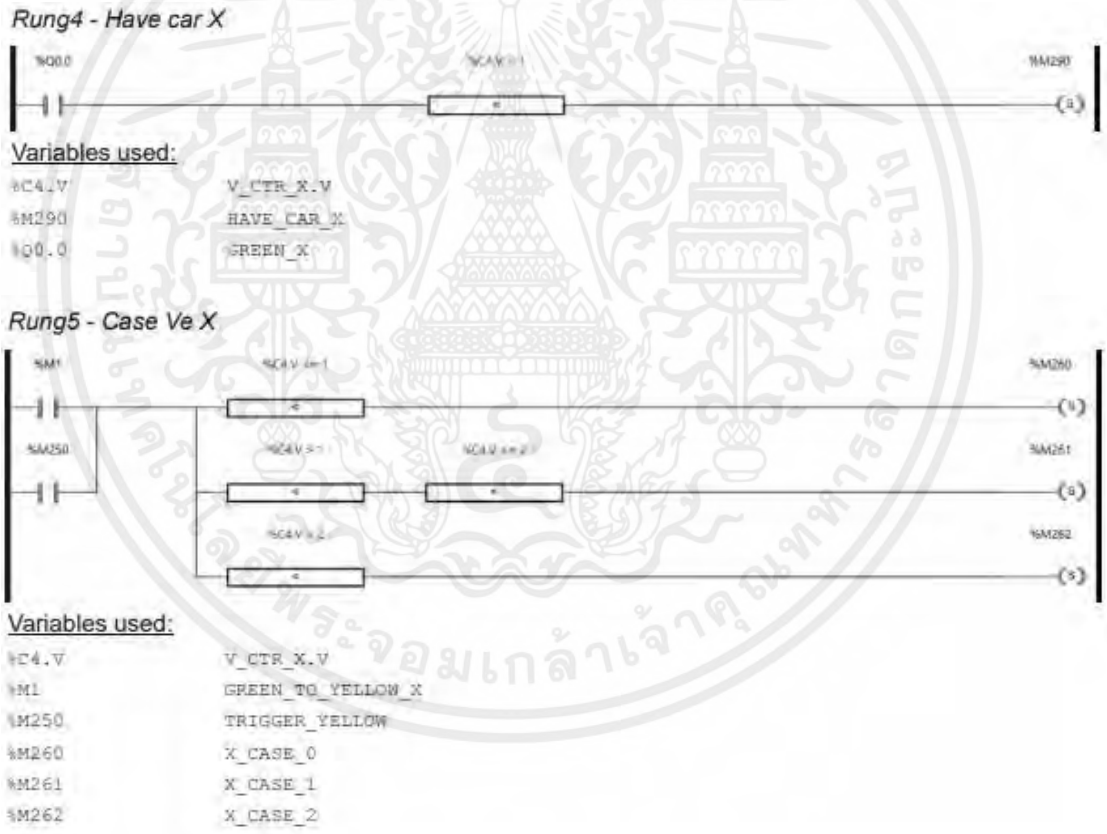
%C5	CTR_VE_Y
%I0.6	V_COUNT_UP_Y
%M71	R_CTR_Y
%M107	
%M108	
%M109	
%Q0.3	GREEN_Y
%TM11.V	TMR_CASE_1_Y.V
%TM12.V	TMR_CASE_2_Y.V

รูปที่ 3.14 Rung 3 และ 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

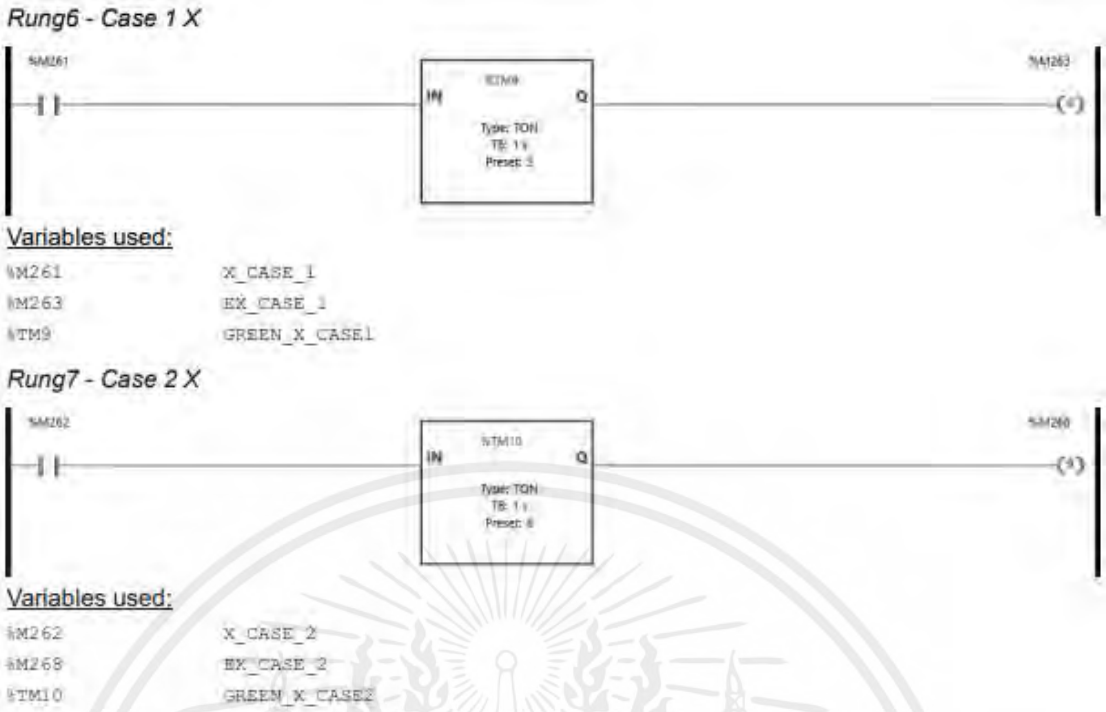
ใน Rung 3 และ 20 จะใช้ในการนับจำนวนรถที่วิ่งผ่านเซนเซอร์ในเลน X และเลน Y โดยทำการป้อน Pulse เข้า Pin CU (Count up) ของ Counter เพื่อทำการนับจำนวนเพิ่มใน Counter เฉพาะช่วงเวลาที่ไฟเขียวกำลังทำงานในเลนรถที่สนใจเท่านั้น

ซึ่งเมื่อหมดเวลาไฟเขียวปกติ ถ้าหากว่าจำนวนรถนั้นเข้าเงื่อนไขที่กำหนดจะทำให้ค้างการทำงานของไฟเขียวไว้ก่อนหากมีปริมาณรถและเมื่อทำการนับเวลาไฟเขียวเพิ่มไปแล้วครึ่งนึงของเวลาที่กำหนดจะหยุดการนับจำนวนรถวิ่งผ่านเพื่อไม่ให้ไฟเขียวทำงานนานเกินไป หากว่ามีรถสัญจรในเลนที่สนใจอย่างต่อเนื่อง และเมื่อหมดเวลาของไฟแดงปกติรวมถึงไฟแดงที่ถูกเพิ่มเวลาจะทำการ Reset ค่าที่ทำการนับในวงรอบไฟจราจรก่อนหน้า เพื่อทำการนับใหม่ในวงรอบไฟเขียวต่อไป โดยการป้อนสัญญาณเข้า Pin R (Reset)



รูปที่ 3.15 Rung 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

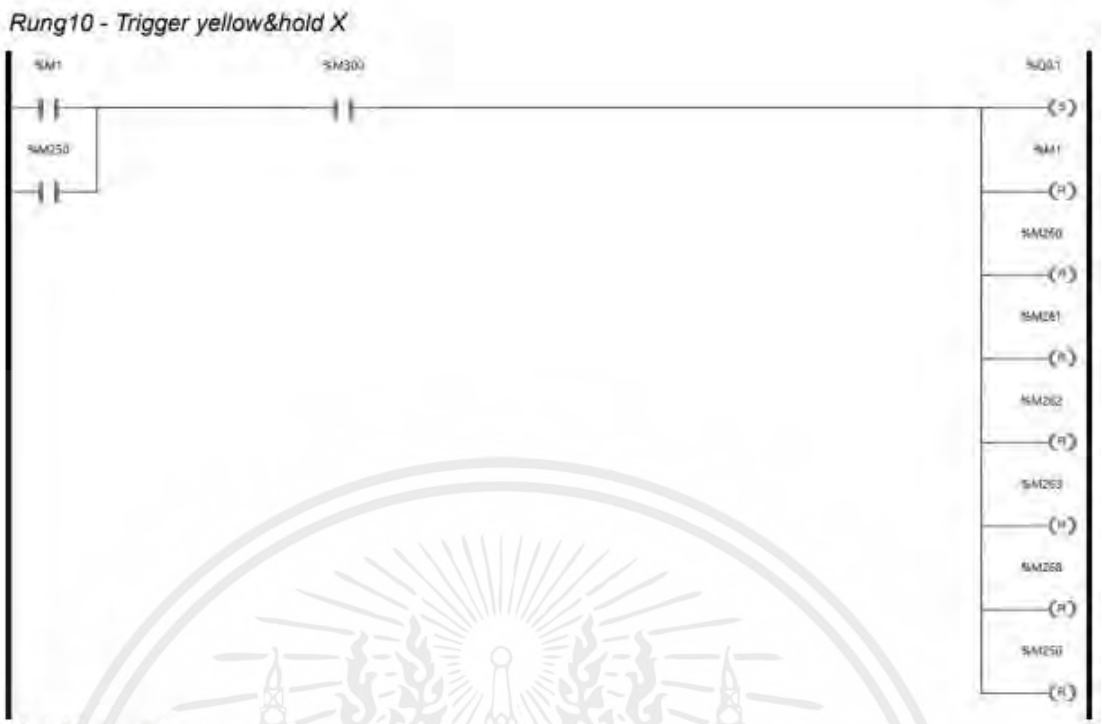


รูปที่ 3.16 Rung 6 และ 7

ใน Rung 5 จะเป็นการสร้างเงื่อนไขโดยใช้ Function block ‘Comparison’ ในการเปรียบเทียบจำนวนรถที่นับได้กับค่าที่กำหนด ถ้าหากมีปริมาณรถมากกว่าในสภาวะการจราจรปกติจะนำไปสู่คำสั่งการนับเวลาไฟเขียวเพิ่มที่ Rung 6 และ 7 เพื่อค้างเวลาไว้ก่อนหลังจากหมดเวลาไฟเขียวปกติ

ใน Rung 4 เมื่อ Counter C4 มีค่าการนับที่มากกว่าที่กำหนดในเงื่อนไขที่ 2 ขึ้นไป จะทำการค้างไฟแดงในเลนตรงกันข้ามกับที่สนใจหรือเลน Y เนื่องจากต้องรอเวลาให้ไฟเขียวที่ถูกค้างไว้ในเลนนี้ทำงานเสร็จสิ้นก่อน แม้ว่าในเลน Y จะไม่มีจำนวนคนข้ามถนนในปริมาณที่มาก

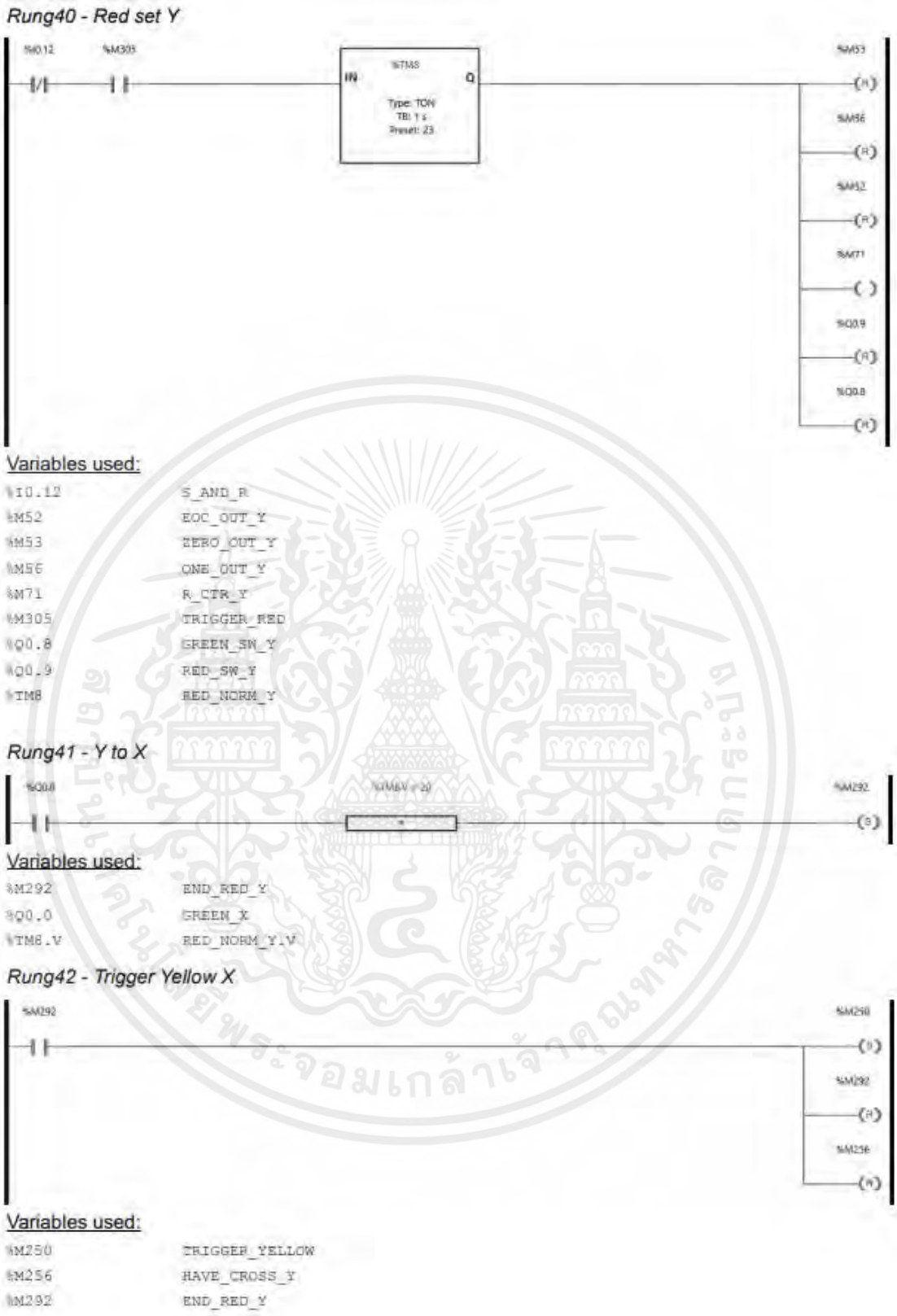
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 Rung 10

ใน Rung 10 จะเป็นคำสั่งสำหรับตรวจสอบจำนวนรถที่วิ่งผ่านและคนข้ามถนนในเลนตรงกันข้ามก่อนหลังจากไฟเขียวปกติและที่ถูกค้างเวลาเพิ่มก่อนที่จะสั่งให้ไฟเหลืองทำงานถ้าเกิดว่ามีจำนวนคนข้ามถนนในเลนตรงข้ามถึงที่กำหนดจะทำการค้างไฟเขียวไว้แม้ว่าจะถูกนับเพิ่มไปแล้วจากในกรณีของการนับจำนวนรถในเลนที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



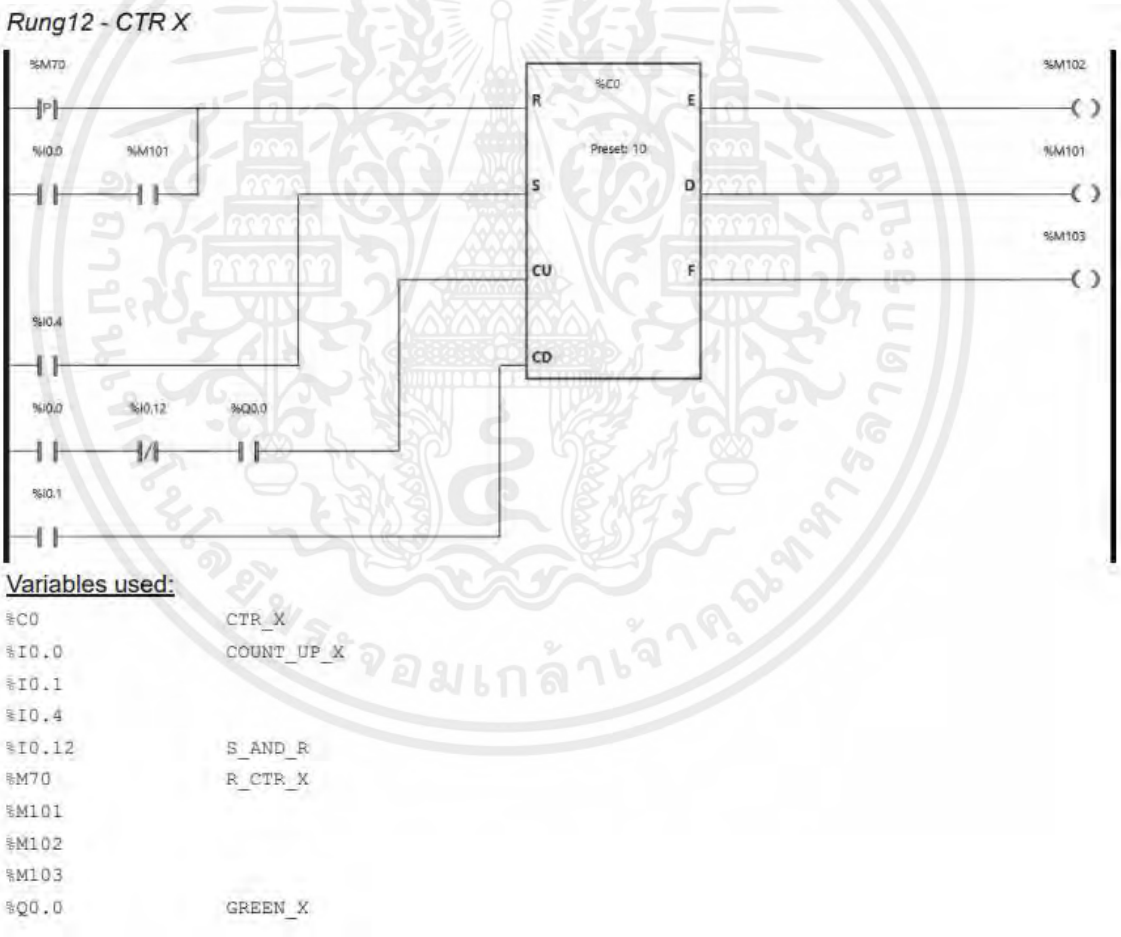
รูปที่ 3.18 Rung 40,41 และ 42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน Rung 40 จะเป็นการนับไฟแดงในเลน Y ในสภาวะปกติและเป็นส่วนสิ้นสุดของวงรอบไฟจราจรเพื่อให้เริ่มไฟเขียวใหม่ในรอบต่อไป โดยจะทำการส่งคำสั่งใน Rung 41 ให้ไฟเหลืองทำงานก่อนที่ไฟแดงเลน Y จะหมดเวลา 3 วินาที และจะให้ไฟเขียวทำงานในรอบต่อไปหลังจากไฟเหลืองในเลน X ใน Rung 42 จะเป็นการส่งสัญญาณให้ไฟเหลืองทำงาน

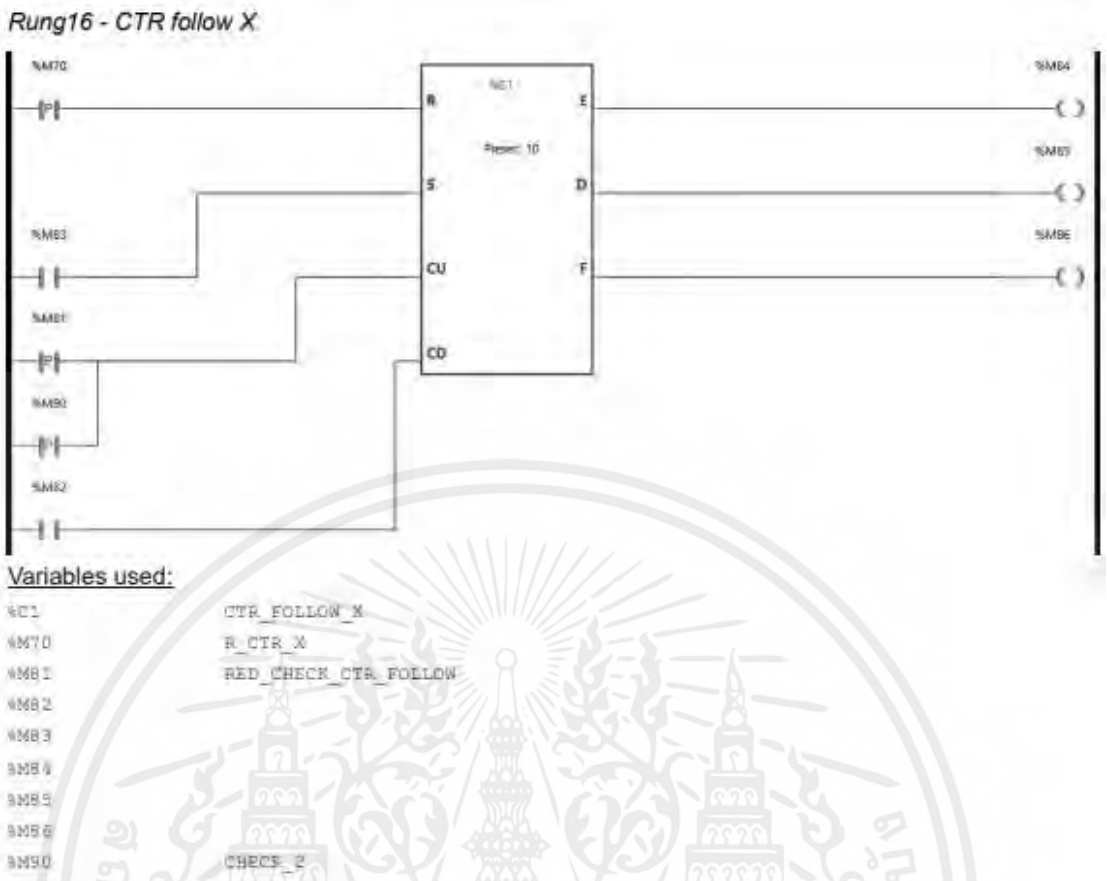
3.3.4 Cross walking condition (Program B)

ในส่วนของ Program B จะเป็นการกำหนดเงื่อนไขของจำนวนคนข้าม โดยจะออกแบบให้ทำการนับเฉพาะเวลาที่ไฟเขียวทำงานในเลนที่สนใจเท่านั้นและจะส่งผลต่อเวลาของไฟแดงที่จะทำงานหลังไฟเหลืองหมดเวลาขึ้นอยู่กับจำนวนคนในเงื่อนไข



รูปที่ 3.19 Rung 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 Rung 16

ใน Rung 12 และ 16 จะใช้ Counter C0 ในการนับจำนวนคนข้าม และ C1 ในการนับตาม C0 เพื่อค้างการทำงานของไฟแดงไว้ ถ้าหากว่า C0 นับถึงค่าที่กำหนดใน Comparison ของ Rung ถัดๆไป โดย C1 จะทำการนับตามจากการเขียนคำสั่งให้วน Loop ด้วยเวลาคงที่ต่อหนึ่งคนข้ามต่อหนึ่งการนับตาม

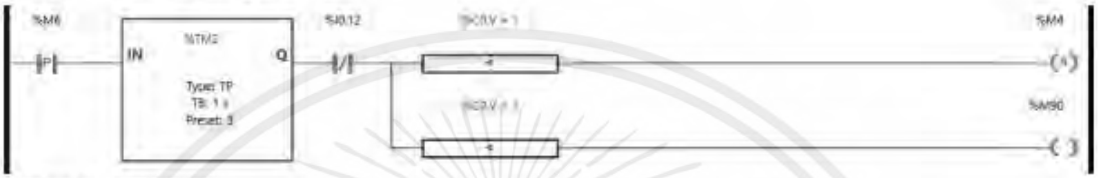
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rung14 - check zero X

Variables used:

%C0.V	CTR_X.V
%M3	ZERO
%M6	ONE_KON
%M11	CHECK_ZERO_X

Rung15 - One crossing X



Variables used:

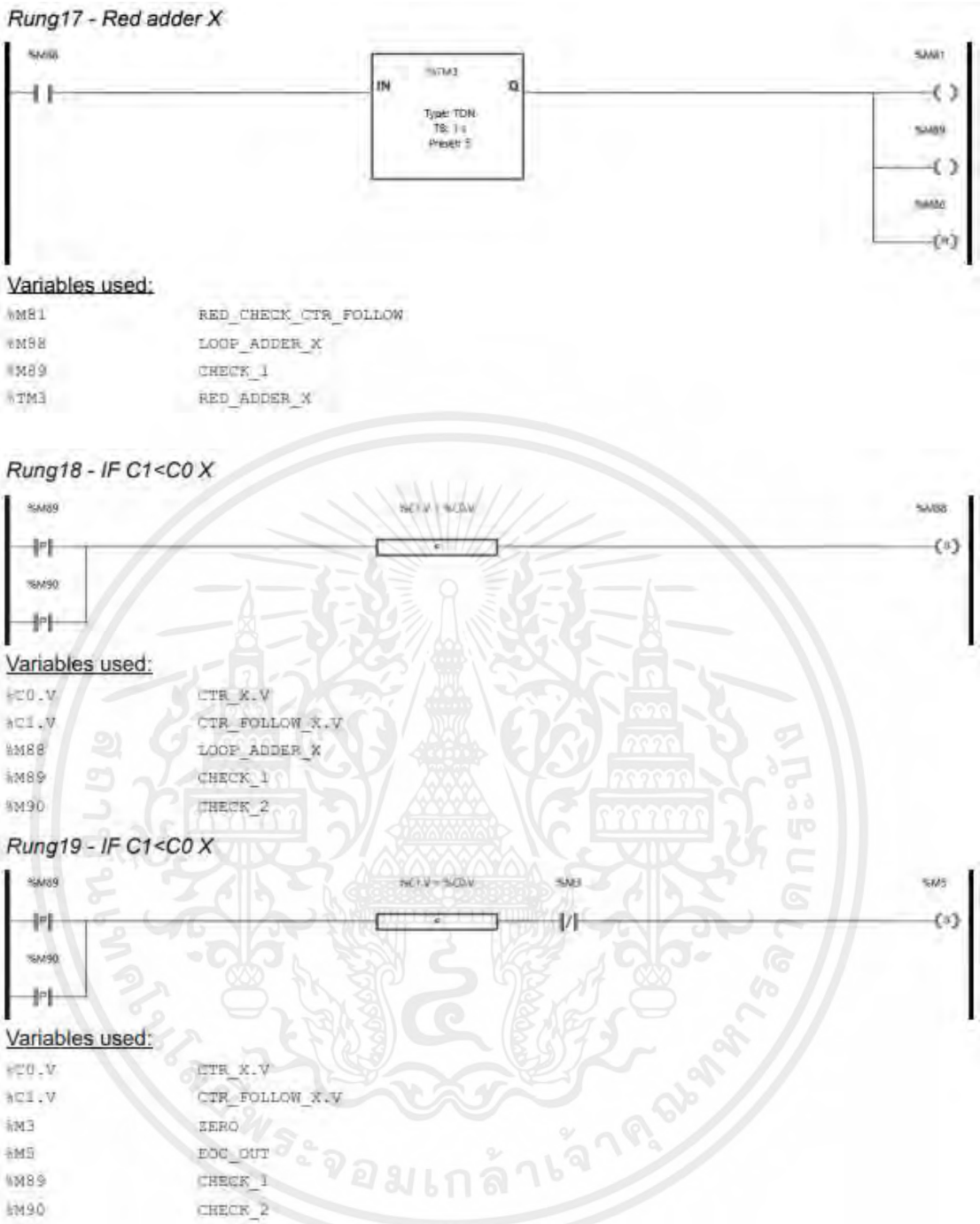
%C0.V	CTR_X.V
%I0.12	S_AND_R
%M4	ONE_OUT
%M6	ONE_KON
%M90	CHECK_2
%TM2	ONE_KON_RED_ADDER

รูปที่ 3.21 Rung 14 และ 15

ใน Rung 14 และ 15 จะทำการตรวจสอบจำนวนคนข้ามไม่มีคนข้ามหรือมากกว่าหนึ่งคนเมื่อไฟเขียว X ทำงาน แต่จะทำงานก็ต่อเมื่อเข้าสู่การทำงานของไฟแดง X ก่อน (หลังจากไฟเหลือง X ทำงาน) และจะเพิ่มเวลาโดยใช้คำสั่งใน Rung 17, 18 และ 19

ใน Rung 15 จะเพิ่มเวลาต่อจำนวนคนข้ามถนนหนึ่งคนตามเวลาที่กำหนดไว้ใน Timer TM2 Red adder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 Rung 17, 18 และ 19

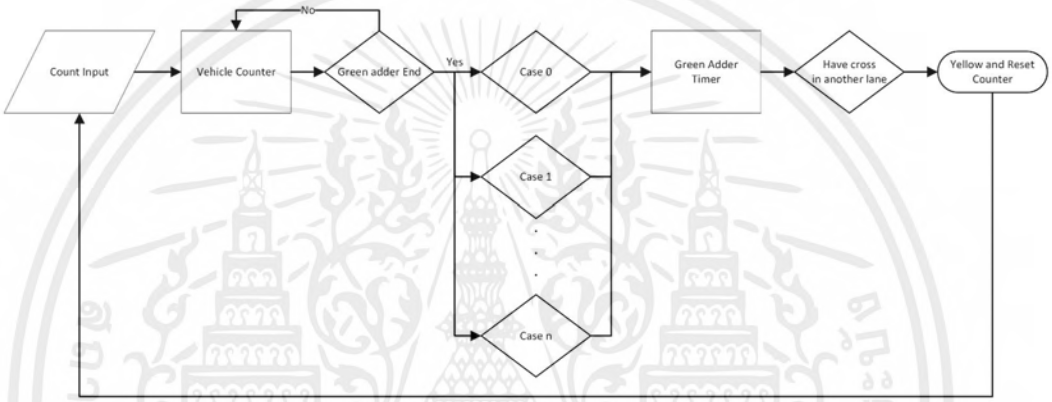
TM2 Red adder ในช่วงเข้าคำสั่งครั้งแรกจะยังไม่เกิดการทำงานแต่จะออกแบบให้ไปทำงาน ที่ Rung 17 และ 18 ก่อนเพื่อตรวจสอบว่า C1 นับตาม C0 อยู่หรือมีค่าเท่ากัน ถ้าหากว่า C1 ยังนับตามน้อยกว่า C0 อยู่จะทำให้ TM2 Red adder ทำงานอีกครั้ง ส่งผลให้ไฟแดง X จะยังคงค้างการทำงานไว้อยู่จนกระทั่ง C1 นับตามเท่ากับ C0 จึงจะส่งสัญญาณให้กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timer TM4 Red normal ในการนับเวลาไฟแดงตามปกติในกรณีที่ไม่มีคนข้าม (C0 = 0) ในขั้นแรกที่เข้าคำสั่ง Rung 17 และ 18 จะทำการยับยั้งไม่ให้เกิดการทับซ้อนการทำงานกันโดยใช้ Negated Coil M3

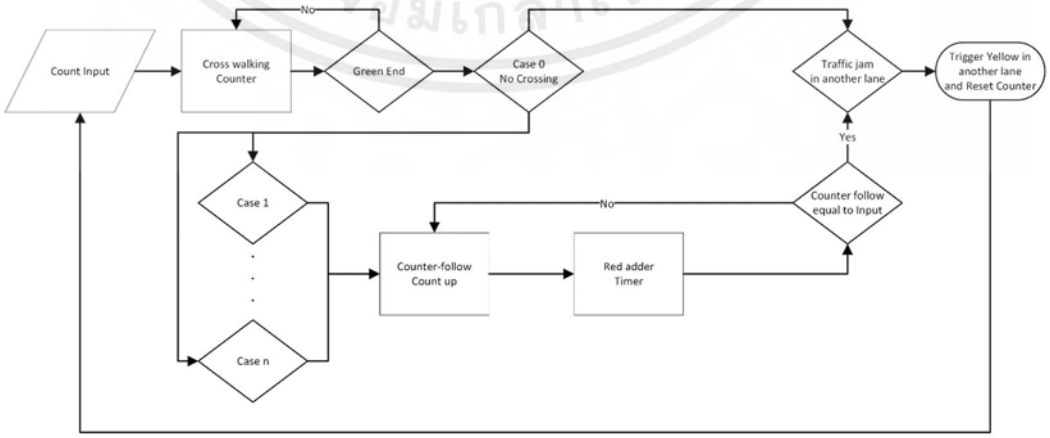
สำหรับโปรแกรมในการควบคุมเลนตรงข้ามหรือเลน Y จะมีการนับเงื่อนไขของการตรวจสอบจำนวนรถและจำนวนคนข้ามถนนในแต่ละกรณีเช่นเดียวกับการควบคุมของโปรแกรมในเลน X ในแต่ละคำสั่ง Rung

3.3.5 Vehicle sensing condition (Program A) Flowchart



รูปที่ 3.23 Program A Flowchart

3.3.6 Cross walking condition (Program B) Flowchart



รูปที่ 3.24 Program B Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบไฟนับเวลาถอยหลัง

ใช้ Arduino NANO ในการเขียนโปรแกรมนับถอยหลังโดยหลอดไฟที่ใช้ในการทดลองในโครงงานคือ LED Strip WS2812B ซึ่งจะออกแบบให้มีการติดแบบ 7-segment ร่วมกับใช้ไลบรารี่ <FastLED.h> เพื่อการควบคุมการนับถอยหลัง

3.4.1 Code of program

```
#include <FastLED.h>

const int buttonPin_g = 7;// contact switch stand for Q.N Output relay
const int buttonPin_r = 9;

#define LED_PIN_1    3
#define LED_PIN_2    5
#define NUM_LEDS     56

CRGB leds1[NUM_LEDS];
CRGB leds2[NUM_LEDS];

const int n = NUM_LEDS/7 ; // led number per panel

void setup() {
  pinMode(buttonPin_g, INPUT);
  pinMode(buttonPin_r, INPUT);
  FastLED.addLeds<WS2812, LED_PIN_1, GRB>(leds1, NUM_LEDS);
  FastLED.addLeds<WS2812, LED_PIN_2, GRB>(leds2, NUM_LEDS);
  FastLED.setMaxPowerInVoltsAndMilliamps( 5, 200);
}

const int digits[][7] = {
   {1, 1, 1, 1, 1, 1, 0}, // 0
  {0, 1, 1, 0, 0, 0, 0}, // 1
  {1, 1, 0, 1, 1, 0, 1}, // 2
  {1, 1, 1, 1, 0, 0, 1}, // 3
  {0, 1, 1, 0, 0, 1, 1}, // 4
  {1, 0, 1, 1, 0, 1, 1}, // 5
  {1, 0, 1, 1, 1, 1, 1}, // 6
  {1, 1, 1, 0, 0, 0, 0}, // 7
  {1, 1, 1, 1, 1, 1, 1}, // 8
  {1, 1, 1, 1, 0, 1, 1}  // 9
};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {
  int p;
  int buttonState_g = 0;
  int buttonState_r = 0;

  int count = 10 ; //Adjustable fixed timing countdown
  int a;
  int yel;

  int dig1 ;
  int dig2 ;

  //Hold Green
  while(buttonState_g == LOW){
    for(p=NUM_LEDS-n ; p<NUM_LEDS ; p++){

      leds1[p] = CRGB(0, 255, 0);
      FastLED.show();
      leds2[p] = CRGB(0, 255, 0);
      FastLED.show();

      buttonState_g = digitalRead(buttonPin_g);
      if(buttonState_g==HIGH){
        FastLED.clear();
        break;
      }
    }
    delay(5);
  }
    //Green count
    for(a=count ; a>0 ; a--){
      dig1 = a / 10;
      dig2 = a % 10;
      display_green(dig1,dig2);
      delay(1000);
      FastLED.clear();
      delay(5);
    }
    //Yellow 3s
    for(yel =3 ; yel>0 ; yel--){
      display_yellow(yel);
      delay(1000);
      FastLED.clear();
      delay(5);
    }

  //Hold Red
  while(buttonState_r == LOW){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for(p=NUM_LEDS-n ; p<NUM_LEDS ; p++){
      leds1[p] = CRGB(255, 0, 0);
      FastLED.show();
      leds2[p] = CRGB(255, 0, 0);
      FastLED.show();

      buttonState_r = digitalRead(buttonPin_r);
      if(buttonState_r==HIGH){
        FastLED.clear();
         break;
      }
    }
    delay(5);
  }

    //Red count+3s
    for(a=count+3; a>0 ; a--){
      dig1 = a / 10;
      dig2 = a % 10;
      display_red(dig1,dig2);
      delay(1000);
      FastLED.clear();
      delay(5);
    }
}

void display_green(int d, int e){
    int j;
    int k;
    int Nled1 = NUM_LEDS/7 ; //digit1
    int Nled2 = NUM_LEDS/7 ; //digit2
    for(j=0;j<7;j++){
        if(digits[d][j]==1 && d>0) //digit1
        {
          for(k=Nled1-n; k<Nled1 ; k++){
            leds1[k] = CRGB(0, 255, 0);
            FastLED.show();}
        }
      Nled1 = Nled1 + n ;
    }

    for(j=0;j<7;j++){
        if(digits[e][j]==1 ) //digit2
        {
          for(k=Nled2-n; k<Nled2 ; k++){
            leds2[k] = CRGB(0, 255, 0);
            FastLED.show();}
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Nled2 = Nled2 + n ;
    }
}

void display_yellow(int y){
    int j;
    int k;

    int Nled3 = NUM_LEDS/7 ;

    for(j=0;j<7;j++){
        if(digits[y][j]==1 )
        {
          for(k=Nled3-n; k<Nled3 ; k++){
            leds2[k] = CRGB(255, 255, 0);
            FastLED.show();}
        }

      Nled3 = Nled3 + n ;
    }
}

void display_red(int d, int e){
    int j;
    int k;
    int Nled1 = NUM_LEDS/7 ;
    int Nled2 = NUM_LEDS/7 ;
    for(j=0;j<7;j++){
        if(digits[d][j]==1 && d>0)
        {
          for(k=Nled1-n; k<Nled1 ; k++){
            leds1[k] = CRGB(255, 0, 0);
            FastLED.show();}
        }
      Nled1 = Nled1 + n ;
    }

    for(j=0;j<7;j++){
        if(digits[e][j]==1 )
        {
          for(k=Nled2-n; k<Nled2 ; k++){
            leds2[k] = CRGB(255, 0, 0);
            FastLED.show();}
        }
      Nled2 = Nled2 + n ;
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การทำงานของไฟนับถอยหลัง

การทำงานของไฟนับถอยหลังจะทำการค้างเวลาไว้โดยจะไม่นับถอยหลังในช่วงเวลาแรกจะทำการนับรถที่ผ่านการตรวจจับและทำการค้างเวลาเพิ่มไว้ตามปริมาณของรถที่มาก เมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้จะทำการนับถอยหลังผ่าน Relay contact switch จาก PLC เป็นตัวสั่งการให้นับเวลา เมื่อถึงเวลาเริ่มนับไฟแดงจะคงค้างไว้ก่อนเช่นกันเพื่อทำการรอให้วงจรของอีกเลนทำงานการนับรถที่ผ่านเสมือนกับในขั้นตอนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

4.1.1 ทำการต่อวงจรเข้ากับแหล่งจ่ายไฟตรง +24VDC จาก Logic controller output และวัดสัญญาณไฟตรงที่ Pin1 IN ของ LM2576ADJ พร้อมกับบันทึกรูปคลื่นด้วย Oscilloscope

4.1.2 วัดสัญญาณในตำแหน่ง Pin2 Output ของ LM2576ADJ ซึ่งจะได้ลักษณะการทำงานของสัญญาณที่ผ่าน Switching regulator step-down และวัดสัญญาณไฟตรงพร้อมกับบันทึกรูปคลื่นด้วย Oscilloscope และปรับแรงดันจาก Trim pot 10 kΩ ให้ได้เท่ากับ +12V

4.1.3 วัดสัญญาณที่ตำแหน่งขา Base ของ C1815 เพื่อวัดแรงดันที่ผ่านการกรองความถี่สูงด้วย RC High pass filter

4.1.4 จากนั้นเปรียบเทียบสัญญาณกับตำแหน่งขา Collector C1815 ซึ่งจะเป็น output ให้กับ NE555 Monostable

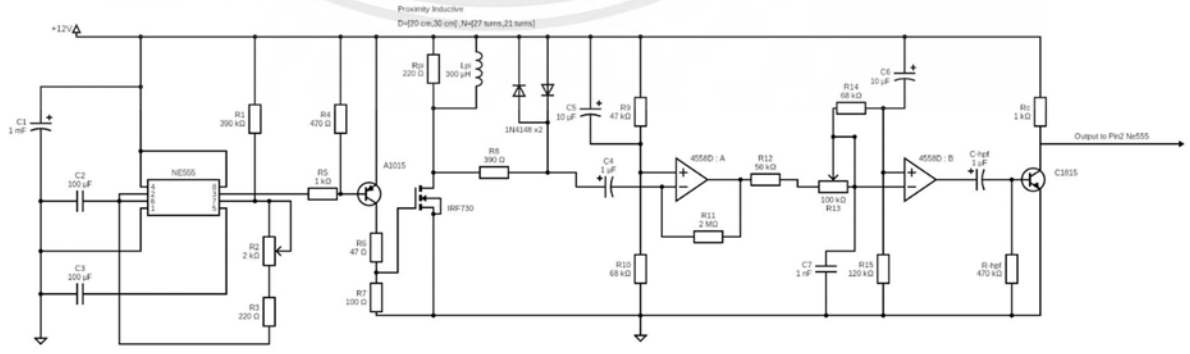
4.1.5 วัดแรงดันไฟตรงในตำแหน่งที่ Pin3 output NE555 Monostable เมื่อมีวัตถุโลหะใกล้กับเซนเซอร์จนกระทั่ง Relay ทำงานและบันทึกรูปคลื่น

4.1.6 วัดแรงดันไฟตรงที่ทำการเชื่อมต่อกับ Input port ของ Logic controller ในขณะที่ Relay มีการทำงานจากนั้นทำการบันทึกแรงดันและรูปคลื่น

4.1.7 ทำการปรับระยะการตรวจจับด้วยตัวต้านทาน RDi 100 kΩ จนกระทั่ง relay ทำงาน

4.1.8 ทำการ tuning ด้วย R2 2 kΩ เพื่อความแม่นยำในการตรวจจับ

4.1.9 สังเกตุการนับในคำสั่ง Counter ของ PLC program เมื่อมีวัตถุโลหะและเวลาไฟเขียวกับไฟแดงที่ค้างเวลาเพิ่มตามแต่ละกรณีที่จำนวนต่างกัน

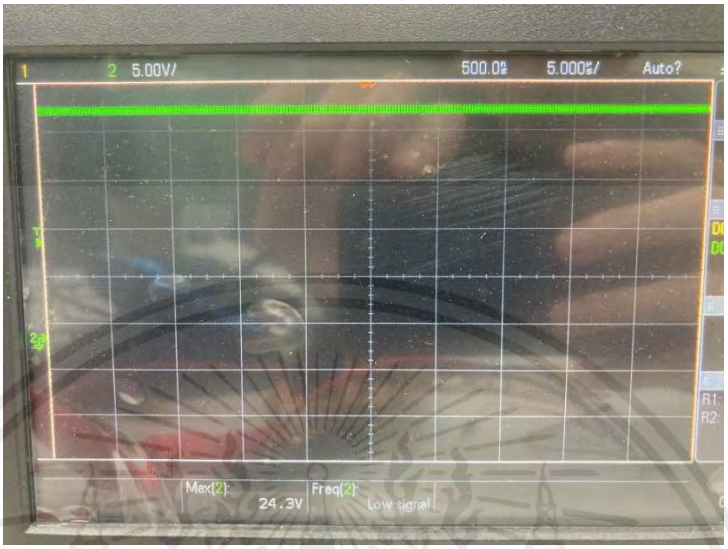


รูปที่ 4.1 Circuit diagram สำหรับการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

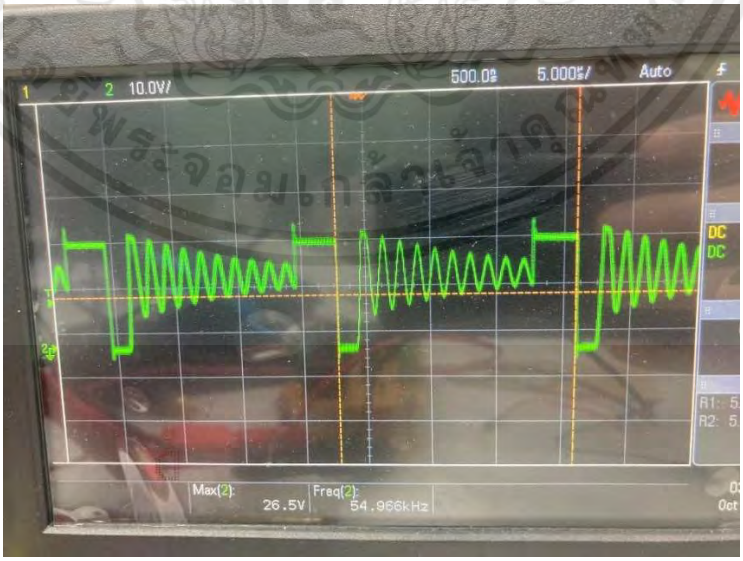
4.2 ผลการทดลอง

4.2.1 LM2576ADJ Buck regulator



รูปที่ 4.2 แรงดันไฟตรง +24Vdc จาก Logic controller

แรงดัน Output ของ PLC ที่ได้จะเท่ากับ+24 Vdc คงที่และจะนำแรงดันนี้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรส่วนถัดไป

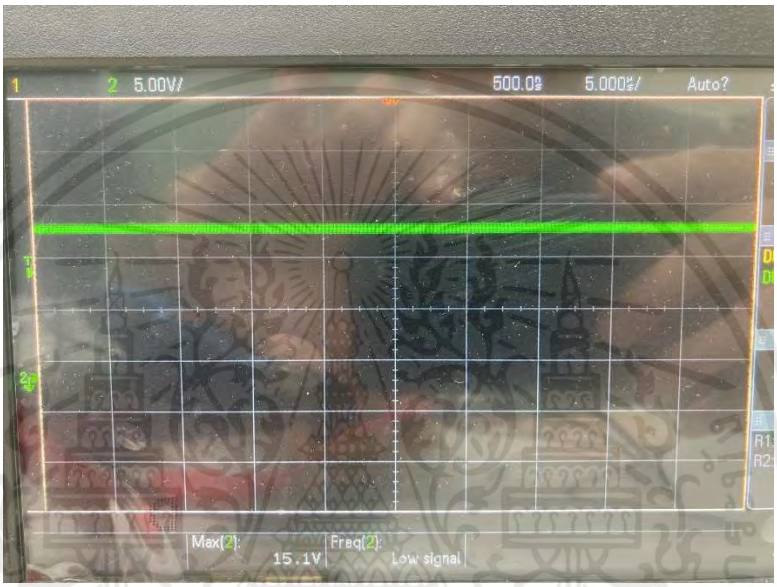


รูปที่ 4.3 สัญญาณของ Output LM2576ADJ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นลักษณะการทำงานของ Buck regulator เมื่อสัญญาณอยู่ในช่วงที่นิ่งจะหมายความว่า Switching frequency ทำงานและเมื่ออยู่ในช่วงที่สัญญาณมีการกระเพื่อมหมายความว่า Switching frequency ขณะเวลานั้นไม่มีการทำงาน

แรงดันและความถี่จากการวัดเท่ากับ 26.5 V และ 54.955 kHz ตามลำดับ ซึ่งต่างกับความถี่คงที่ของ Internal oscillator (Switching frequency = 52 kHz) อยู่ที่ +2.955 kHz



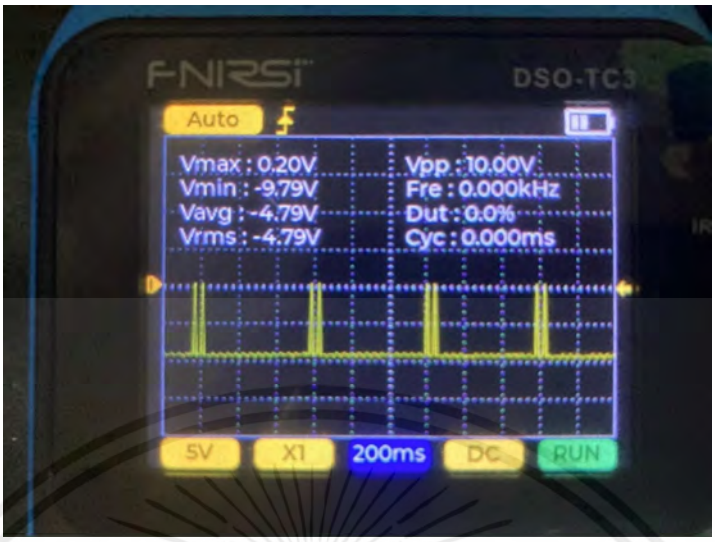
รูปที่ 4.4 แรงดันไฟตรงจาก Buck regulator output

จากรูปที่ 4.4 แรงดันที่ทำการวัดได้เท่ากับ +15.1 V ซึ่งสามารถปรับตามความต้องการได้จากการปรับค่าตัวต้านทาน Trim-pot 10 kΩ หากมีความคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ (ระบบนี้สามารถใช้ได้ทั้งแรงดัน 12V หรือ 15V ในการทดลองจะปรับให้เท่ากับ 12V)

4.2.2 C1815 Trigger Collector &Base signal

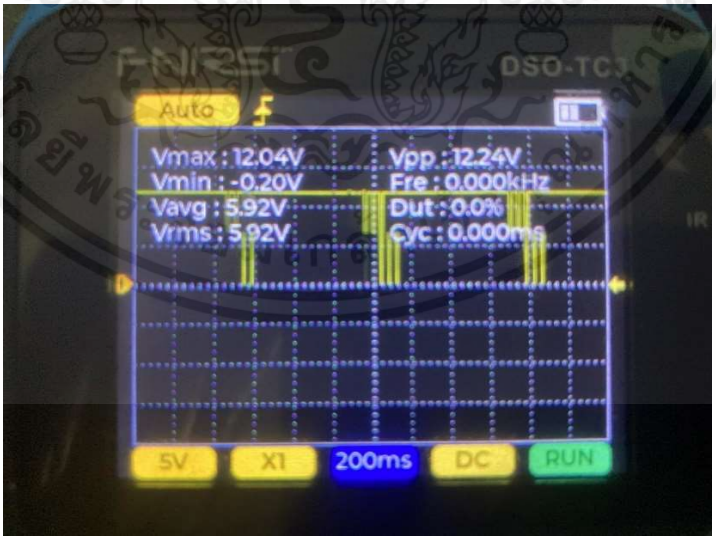
วัดสัญญาณที่ตำแหน่งขา Base ของ C1815 เพื่อวัดแรงดันที่ผ่านการกรองความถี่สูงด้วย RC High pass filter จากนั้นเปรียบเทียบสัญญาณกับตำแหน่งขา Collector C1815 ซึ่งจะเป็น Output ให้กับ NE555 Monostable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 สัญญาณตำแหน่งขา Base C1815

สัญญาณที่ได้จากรูปที่ 4.5 คือแรงดัน Spike เมื่อวงจร RC high pass filter ทำการกรองความถี่จากแรงดันเปรียบเทียบที่เปลี่ยนไปเมื่อมีวัตถุโลหะในระยะของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า



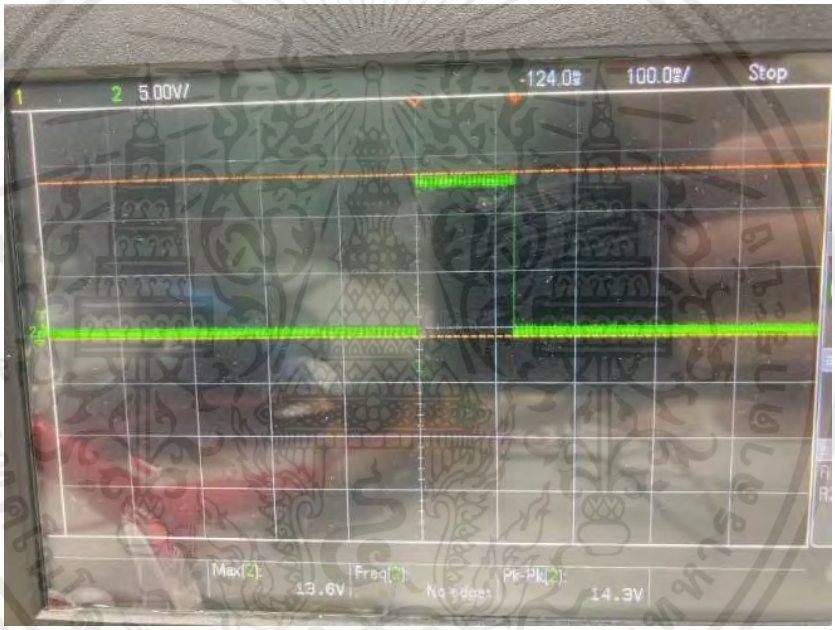
รูปที่ 4.6 สัญญาณตำแหน่งขา Collector C1815

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 แรงดันที่วัดได้จากขา Collector จะมีลักษณะเป็น Spiked voltage signal ซึ่งเกิดจากการกรองความถี่สูง (มากกว่า 0.33 Hz) เมื่อมีวัตถุโลหะมาใกล้เคียงบริเวณของสนามแม่เหล็ก

และในทุกครั้งที่เกิด Spike Voltage ช่วงเวลานี้จะทำให้แรงดันที่ Collector ลดลงจาก Vcc เหลือจนมีค่าแรงดันเข้าใกล้ 0V โดยเราสามารถที่จะอาศัยแรงดันที่ต่ำเป็นช่วง ๆ ในเวลาดังกล่าวเป็นสัญญาณ Input ให้กับ NE555 Monostable ในส่วนภาคแรงดันขาออก

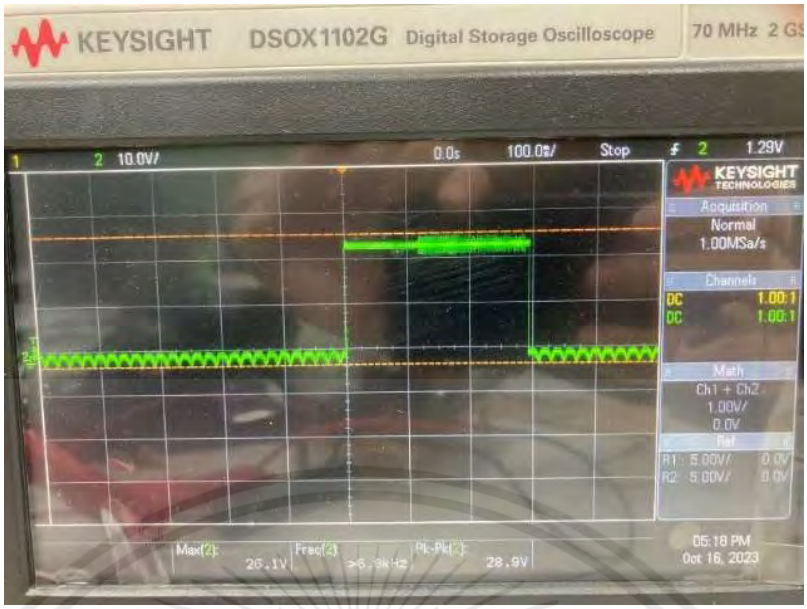
4.2.3 NE555 Monostable & Relay output



รูปที่ 4.7 แรงดันที่ Pin3 output ของ NE555Timer

แรงดันจากการวัดเท่ากับ 13.6 V มีคาบเวลา(Time Period) ประมาณ 110 ถึง 120 ms ซึ่งเป็นแรงดันที่ใช้ในการสั่งงานส่วนของ Relay output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แรงดันที่ Normal opened ในขณะที่ Relay มีการทำงาน

แรงดันที่วัดได้เท่ากับ 26.1 V และทำการป้อนแรงดันนี้ไปที่ Digital input port ของ Logic-controller เพื่อเข้าสู่โปรแกรมควบคุมเวลานับถอยหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปโครงงานและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในการทดสอบวงจรกับ Inductive proximity sensor ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดด้วย Oscilloscope มีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยจากการคำนวณ แต่วงจรนี้สามารถทำหน้าที่เสมือนกับ Switch เพื่อป้อนสัญญาณดิจิทัลให้กับ Logic controller เมื่อมีวัตถุโลหะเคลื่อนผ่าน

ในส่วนของ Buck regulator นั้นเมื่อทำการปรับแรงดันจาก +24 Vdc เป็น +12 Vdc และทำการป้อน Feedback จะทำให้ Duty cycle ของ LM2576ADJ มีค่าเป็น 0.625 และจากรูปที่ 4.3 นั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าสัญญาณมีลักษณะของการทำงานที่มีช่วงคาบเวลาไม่เท่ากันในแต่ละโหมดการทำงานของ Switching Frequency

จากการทดลองและวัดผลในส่วนของ Inductive Proximity sensor สามารถตรวจจับวัตถุโลหะได้ และสามารถปรับระยะความแม่นยำได้จาก R Volume ทั้งสองตำแหน่ง 100 kΩ และ 2 kΩ ตามลำดับ โดยยิ่งวัตถุอยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้าลึกเท่าใด แรงดันและความถี่ Output ที่ได้ จะเพิ่มความแม่นยำมากยิ่งขึ้นจากการปรับค่าความต้านทานทั้ง 2 ตำแหน่งตามลำดับ

เมื่อนำระบบส่วนตรวจสอบวัตถุโลหะมาเชื่อมต่อกับไฟนับถอยหลัง PLC สามารถควบคุมขั้นตอนของการเริ่มนับถอยหลังได้ตามที่กำหนด โดยมีข้อจำกัดเรื่องแหล่งจ่ายของระบบนี้และ Arduino NANO board สำหรับนับเวลาถอยหลังนั้น จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟจากคนละแหล่งเพื่อป้องกันไม่ให้ NANO ได้รับ overvoltage และดึงกระแสมากเกินไปจนเกิดความเสียได้ ซึ่งแก้ปัญหาโดยการเชื่อมต่อด้วย Optocoupler PC817 สำหรับ Output จาก Relay และ Digital input pin

โดยภาพรวมแล้วโครงงานชิ้นนี้ยังเป็นเพียงการจำลองสถานการณ์เมื่อมีรถวิ่งผ่านจุดสนใจหรือแยกจราจรแยกเดียว จากนั้นจึงทำการควบคุมเวลาตามจำนวนรถในแต่ละกรณี ซึ่งในความเป็นจริงนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงจุดเชื่อมต่ออื่น ๆ ในแผนผังการจราจรด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Nanditha Nandanavanam. August 2015. “An Imprint of IC 555 Timer in the Contemporary World”.

[2] Art Pini. “The Fundamentals of Proximity Sensors: Their Selection and Use in Industrial Automation”. 21 April 2021. Contributed By DigiKey's North American Editors

[3] Pavel Kejik and Christoph Kluser. February 2004 “A low-cost inductive proximity sensor for Industrial applications”. Sensors and Actuators A Physical 110(1-3):93-97.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้