สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ

INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT CONTROLLING SET

โดย

นาย ชัยธัช เอี่ยมสะอาด

นาย เชาวลิต แพงวงษ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83274
วัน,เดือน,ปี 11 ส.ค. 2551

TK5102.4
.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ

INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT CONTROLLING SET

โดย

นาย ชัยธัช เอี่ยมสะอาด 48015006

นาย เชาวลิต แพงวงษ์ 48015007

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง **ชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ**

INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT CONTROLLING SET

ผู้จัดทำ

1. นาย ชัยธัช เอี่ยมสะอาด 48015006

2. นาย เชาวลิต แพงวงษ์ 48015007

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ

INTELLIGENT TRAFFIC LIGHT CONTROLLING SET

โดย 1.นาย ชัยธัช เอี่ยมสะอาด 48015006

2.นาย เชาวลิต แพงวงษ์ 48015007

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์

บทคัดย่อ

ชุดทดลองควบคุมสัญญาณไฟมีหลักการ คือใช้เซ็นเซอร์ เป็นตัววัดปริมาณรถ รวมทั้งอัตราเร็วในการวิ่งของรถ ซึ่งข้อมูลจะถูกส่งมายังคอมพิวเตอร์ ที่มีโปรแกรมประมวลผล เพื่อคำนวณการเปิด-ปิดสัญญาณไฟในถนนแต่ละสายว่าต้องใช้เวลานานมากน้อยแค่ไหน ซึ่งสัญญาณไฟจะทำงานตามปริมาณรถในขณะเวลานั้นๆ (Real Time) มากขึ้น และจะทำให้ปัญหาการจราจรดีขึ้น

วัตถุประสงค์ของการทำชุดทดลองนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรให้คล่องตัวมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดภาระของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรด้วย

ABSTRACT

Intelligent Traffic Light Controlling Set is designed by using sensors to measure the amount of the cars including the car's velocity. The data will be sent to the computer with processing problem to calculate the time length of the on and off signal of the traffic lights installed on each road. The traffic lights will function according to the amount of cars at the moment (Real time) so that the traffic problem can be improved.

The objective of this project is to improve traffic problem and to assist the traffic police.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้จะไม่บรรลุเป้าหมายได้หากไม่ได้รับความร่วมมือกันทำงานของทีมผู้จัดทำ และความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ท่านทั้งในด้านความรู้ ความสามารถ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ตลอดจนถึงการให้คำแนะนำ และสั่งสอนรวมถึงกำลังใจที่เอื้อเฟื้อต่อทางทีมผู้จัดทำซึ่งต้องกล่าวถึง

- บิดา มารดา ที่เคารพของพวกเรา และคอยสนับสนุนในเรื่องต่างๆ
- ผศ.ดร. สุทธิชัย นพนาคีพงษ์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ที่คอยให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในเรื่องต่างๆ และยังให้ความสนับสนุนในทุกด้าน
- อ. ทศพร โสดาบรรลุ (พี่ชาย) ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาในด้านการออกแบบต่างๆ คำแนะนำ และความสนับสนุนด้วยดีตลอด
- อ. อดินุช ปิ่นเงิน (เจ๊ป๊อบ) ภาควิชาภาษาและสังคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในด้านภาษาอังกฤษ
- คณะอาจารย์ประจำแผนกช่างไฟฟ้ากำลัง โรงเรียนช่างอุตสาหกรรมกรุงเทพ ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการทำงาน
- อ. ธีระศักดิ์ จันทร์วิเมลือง (หมู) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มศว. ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาในด้านการออกแบบวงจร และโปรแกรมที่ใช้ในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์
- พี่ๆ น้องๆ เพื่อนบิ๊ก เพื่อนเปี๊ยก และน้องเจฟที่ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณทุกคำติ ชม และสำหรับข้อผิดพลาดประการใดทางผู้จัดทำต้องขออภัยมา ณ.ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	2
- รูปแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก	2
- รูปแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก	6
- พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ (Proximity sensor)	15
- หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	16
- ระยะการตรวจจับ (Sensing Range)	19
- โครงสร้างของ MCS – 51	29
- คุณสมบัติของ MCS – 51	29
- การสั่งงานบอร์ดด้วยพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232	31
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	33
- การทำงานในรูปแบบ Manual	33
- การทำงานในรูปแบบ Automatic	34
- Stepping Motor Driver	36
-วงจรตรวจจับโลหะ	41
- Block Diagram และ Flow chart โปรแกรมหลักควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ (PC)	47
- Flow chart โปรแกรมควบคุมหลัก	48
- Flow chart ของโปรแกรม Visual Basic	49
- ลักษณะของหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Visual Basic ใน Function ต่างๆ	50
บทที่ 4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	55
ภาคผนวก	56
- โปรแกรมที่ใช้สั่งงานในส่วนของ PC	56
- โปรแกรมของบอร์ด Master	77
- โปรแกรมของบอร์ด Slave1 ควบคุมการทำงานของ Stepper Motor	125
- โปรแกรมของบอร์ด Slave2 ควบคุมการทำงานของ LED	131
กิตติกรรมประกาศ	140
เอกสารอ้างอิง	141

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 1	2
รูปที่ 2.2. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 2	3
รูปที่ 2.3. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 3	3
รูปที่ 2.4. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 4	4
รูปที่ 2.5. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 5	4
รูปที่ 2.6. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 6	5
รูปที่ 2.7. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 7	5
รูปที่ 2.8. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก แบบที่ 8	6
รูปที่ 2.9. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก แบบที่ 1	6
รูปที่ 2.10. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก แบบที่ 2	7
รูปที่ 2.11. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก แบบที่ 3	7
รูปที่ 2.12. สัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก แบบที่ 4	8
รูปที่ 2.13. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ (7.00-19.00 น.)	9
รูปที่ 2.14. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ (7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)	9
รูปที่ 2.15. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ (7.00-19.00 น.)	10
รูปที่ 2.16. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ (7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)	10
รูปที่ 2.17. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี (7.00-19.00 น.)	11
รูปที่ 2.18. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี (7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)	11
รูปที่ 2.19. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน (7.00-19.00 น.)	12
รูปที่ 2.20. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน (7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)	12
รูปที่ 2.21. ตัวอย่างเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	15
รูปที่ 2.22. หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	17
รูปที่ 2.23. ส่วนประกอบหลักของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	18
รูปที่ 2.24. เทคนิคของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	18
รูปที่ 2.25. ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Range ; Sw)	20
รูปที่ 2.26. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น	21
รูปที่ 2.27. เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ PNP	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 2.28. เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ NPN 22
รูปที่ 2.29. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น 23
รูปที่ 2.30. พื้นฐานในการสร้างเซ็นเซอร์ 24
รูปที่ 2.31. วงจร Colpitts Oscillator โดยใช้ Op Amp 24
รูปที่ 2.32. วงจร Schematic 25
รูปที่ 2.33. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมด้านไมโครคอนโทรเลอร์ 26
รูปที่ 2.34. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยอินเทอร์รัพท์ 27
รูปที่ 2.35. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมด้านไมโครคอมพิวเตอร์ 28
รูปที่ 2.36. การจัดเรียงสัญญาณ RS232 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ 31
รูปที่ 3.1. ลักษณะเอาต์พุตของเซ็นเซอร์ 34
รูปที่ 3.2. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณทางแยกขาเข้าช่วงเวลาเร่งด่วน ปี 2550 55
รูปที่ 3.3. โครงสร้างและส่วนประกอบของชุด Stepping Motor Driver 36
รูปที่ 3.4. การจัดเรียงขาพอร์ตของ IDC – Control 36
รูปที่ 3.5. จั๊มเปอร์เลือกสัญญาณ Clock เป็น CLK1 37
รูปที่ 3.6. จั๊มเปอร์เลือกสัญญาณ Clock เป็น CLK2 37
รูปที่ 3.7. พอร์ตสัญญาณควบคุมการทำงาน CTRL – 1, CTRL – 2 38
รูปที่ 3.8. จั๊มเปอร์เลือกรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ของบอร์ดรุ่น MStep – 2U 38
รูปที่ 3.9. การจัดเรียงขาของพอร์ต MOTOR – 1, MOTOR – 2 39
รูปที่ 3.10. ไดอะแกรมแสดงสัญญาณการควบคุมมอเตอร์ 40
รูปที่ 3.11. ชุดไดร์ฟมอเตอร์ส่งวัตถุโลหะผ่านตัวเซ็นเซอร์ 40
รูปที่ 3.12. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ 41
รูปที่ 3.13. การทำงานในรูปแบบแผนผังของเครื่องตรวจจับโลหะ 41
รูปที่ 3.14. วงจรใช้งานจริงของเครื่องตรวจจับโลหะ 42
รูปที่ 3.15. ลายวงจรบนแผ่นปริ้นต์ของเครื่องตรวจจับโลหะ 43
รูปที่ 3.16. การตรวจจับสัญญาณพบโลหะของ Sensor 43
รูปที่ 3.17. การตรวจจับสัญญาณไม่พบโลหะของ Sensor 44
รูปที่ 3.18. ชุดบอร์ดไมโคร MCS-51 ควบคุมสัญญาณไฟจราจรและ Sensor 44
รูปที่ 3.19. ชุดไฟ LED แทนไฟ จราจร 45
รูปที่ 3.20. ชุดไฟ LED ขนาด 10 มิลลิเมตร 45
รูปที่ 3.21. แสดงวงจรไฟรวม 46
รูปที่ 3.22. บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร 47
รูปที่ 3.23. Flow chart โปรแกรมควบคุมหลัก 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.24. Flow chart ของโปรแกรม Visual Basic 49
รูปที่ 3.25. การ ADD USER 50
รูปที่ 3.26. การเข้าระบบ Login 50
รูปที่ 3.27. การเลือกระบบระหว่าง Auto และ Manual 51
รูปที่ 3.28. หน้า Main ของระบบควบคุม 51
รูปที่ 3.29. ระบบการเปิด-ปิด ไฟจราจรหลังจากเลือกระบบ Manual หรือ Auto 52
รูปที่ 3.30. การ Select Mode หลังจากเลือกระบบ Manual 52
รูปที่ 3.31. การแจ้งว่า Sensor ใดเสียหาย 53
รูปที่ 3.32. การเข้า Login การ Select Mode และแจ้งว่า Sensor ใดเสียหาย 53
รูปที่ 3.33. ชิ้นงานชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ 54
รูปที่ 3.34. ชิ้นงานชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ (มุมบน) 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ 9
ตารางที่ 2.2. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ 10
ตารางที่ 2.3. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี 11
ตารางที่ 2.4. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน 12
ตารางที่ 3.1. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณทางแยกขาเข้าช่วงเวลาเร่งด่วน ปี 2550 35
ตารางที่ 3.2. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ 1 Phase 38
ตารางที่ 3.3. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ 2 Phase 38
ตารางที่ 3.4. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ 2 Phase 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันเป็นที่รู้กันดีว่าปัญหาการจราจรเป็นปัญหาสำคัญอย่างยิ่งที่ต้องมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วนที่สุด เพราะนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ระบบการควบคุมการจราจรที่มีประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรที่เป็นอยู่ทุกวันนี้ให้บรรเทาลง แต่สัญญาณไฟจราจรที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันนั้นใช้ตำรวจจราจรเป็นผู้ควบคุมหรือทำงานตามโปรแกรมอัตโนมัติที่ได้ตั้งไว้ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือระบบจะทำการควบคุมได้เฉพาะแยกเดียวเท่านั้นโดยไม่มีการประสานงานกับแยกอื่นที่อยู่ถัดไป จนกลายเป็นปัญหาการจราจรที่เห็นกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งปัญหาด้านการจราจรนั้นอาจนำไปสู่ปัญหาทางด้านอื่นๆ อีกมากมาย ทั้งปัญหาทางด้านเศรษฐกิจ ปัญหาทางด้านสุขภาพจิต ฯลฯ ถ้าย้อนกลับมาดูที่กรุงเทพฯ ซึ่งก็มีปัญหานี้สะสมมาหลายปี ทางกระทรวงคมนาคมได้มีการว่าจ้างบริษัทต่างประเทศมาทำการศึกษาและวิจัยเพื่อทำการติดตั้งระบบสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติมีการใช้งบประมาณในการจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ค่อนข้างมาก แต่ก็ยังคงไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ให้หมดไปได้ กล่าวกันว่าเมื่อไรก็ตามที่ทางตำรวจจราจรได้เปิดระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรเป็นแบบอัตโนมัติได้ไม่กี่ชั่วโมง จะทำให้การจราจรในช่วงนั้นติดขัดขึ้นมาทันทีจนในที่สุดก็ต้องให้ตำรวจจราจรที่ประจำอยู่แต่ละแยกคอยควบคุมเอง การจราจรที่ติดขัดนั้นจึงจะค่อยเบาบางลง จึงพอพูดได้โดยรวมว่าในปัจจุบันมีการควบคุมสัญญาณไฟอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ แบบแมนวล (Manual) และแบบอัตโนมัติ (Automatic)

สำหรับปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการเสนอแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาการจราจรของระบบกลุ่มสี่แยกโดยใช้กลุ่มสี่แยกบางกะปิเป็นแนวทาง โดยได้ทำแบบจำลองของกลุ่มสี่แยกนี้ขึ้นมาเพื่อให้สามารถแสดงให้เห็นจริงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทันที

จากการที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นนับว่าการแก้ปัญหาการจราจรในกรุงเทพฯนั้นค่อนข้างยากและท้าทายยิ่ง ส่วนปริญญานิพนธ์นี้เป็นเพียงการเสนอแนวทางและคิดรูปแบบเพื่อช่วยบรรเทาปัญหาด้านการจราจรอีกทางหนึ่งเท่านั้น มิได้มุ่งหวังว่าเมื่อสิ้นสุดปริญญานิพนธ์นี้จะสามารถหาหนทางในการแก้ปัญหาการจราจรนี้ได้ 100% หากผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์นี้ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

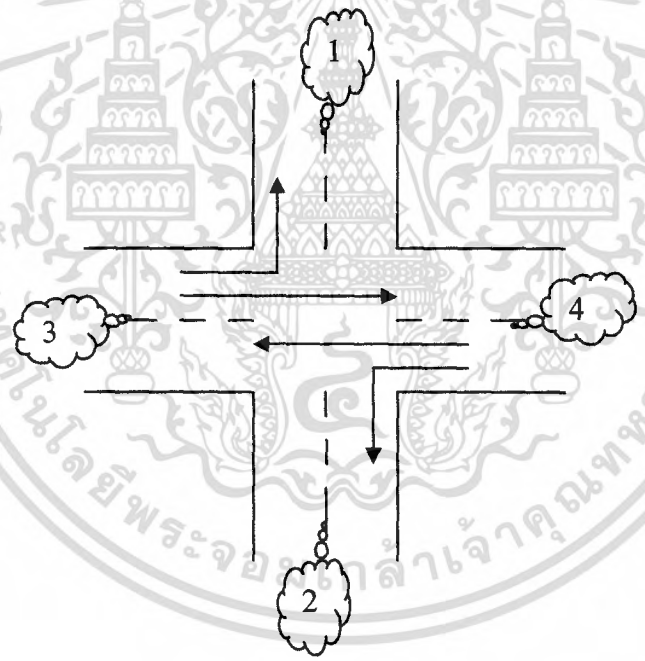
ทฤษฎี และหลักการทำงานของสัญญาณไฟจราจร

สัญญาณไฟจราจรที่ใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นมีทั้งหมด 3 สัญญาณ คือ สัญญาณไฟเขียว สัญญาณไฟแดง และสัญญาณไฟเหลือง โดยทั้ง 3 สัญญาณนั้นจะมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

- สัญญาณไฟเขียว คือ ให้รถไปได้
- สัญญาณไฟแดง คือ ให้รถหยุด
- สัญญาณไฟเหลือง คือให้รถลดความเร็วเพื่อหยุดรถ

รูปแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยก มี 8 แบบ ดังนี้

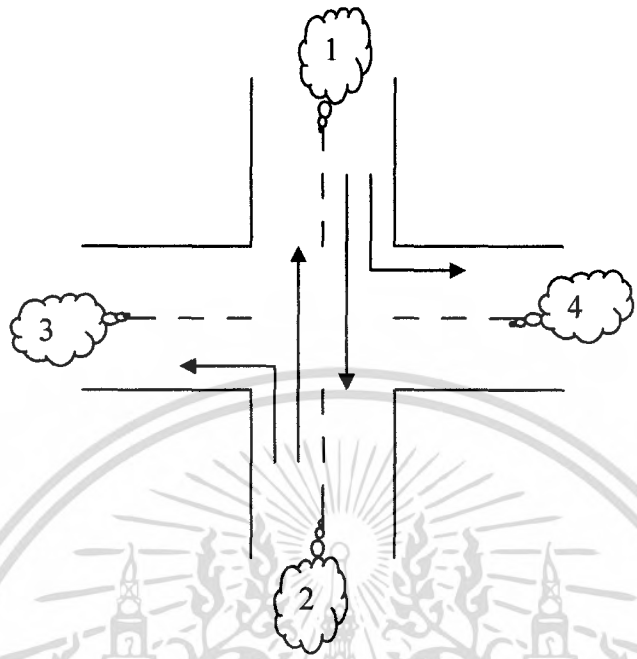
1. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 1 หรือโหมด 1



รูปที่ 2.1. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 1 หรือโหมด 1

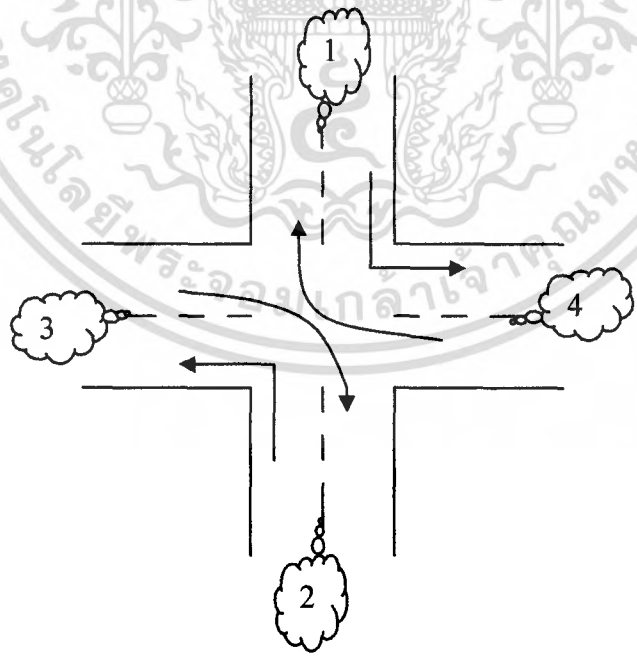
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 2 หรือโหมด 2



รูปที่ 2.2. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 2 หรือโหมด 2

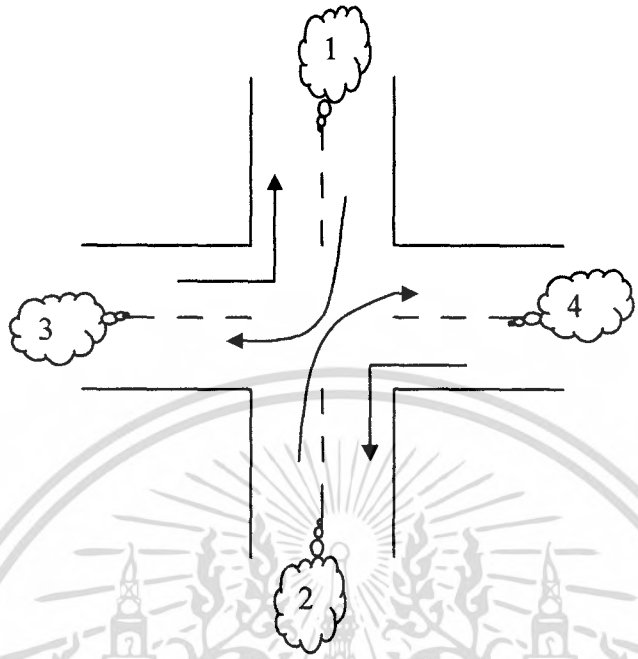
3. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 3 หรือโหมด 3



รูปที่ 2.3. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 3 หรือโหมด 3

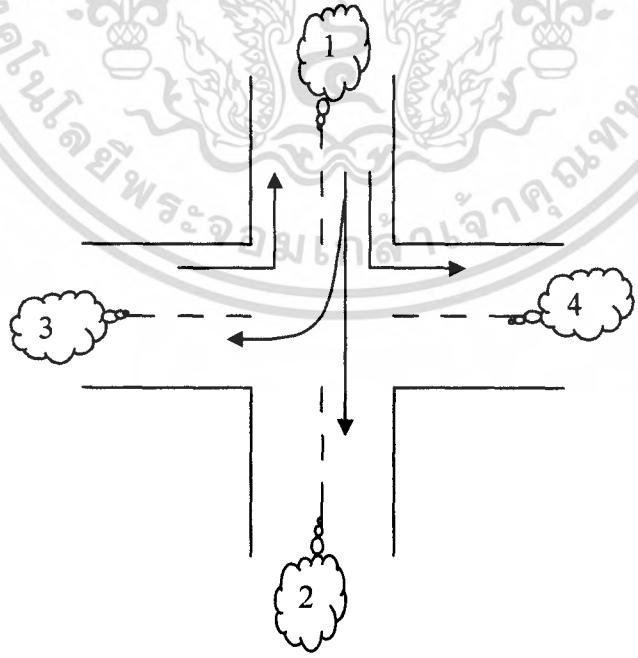
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 4 หรือโหมด 4



รูปที่ 2.4. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 4 หรือโหมด 4

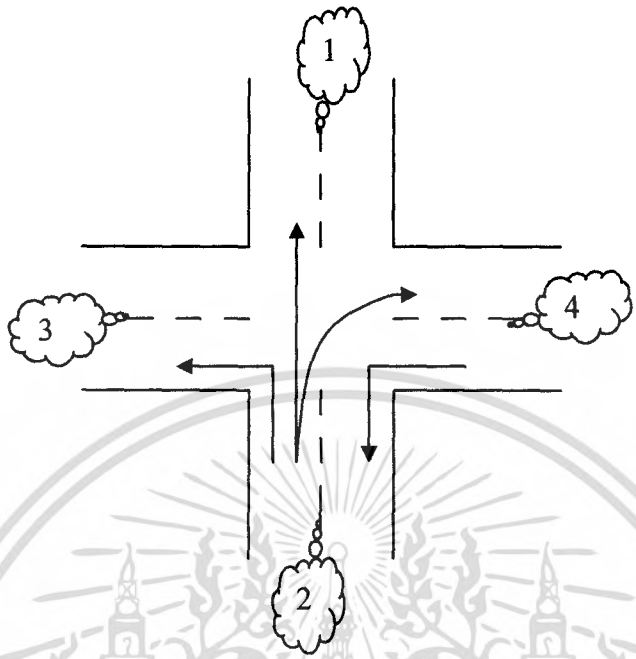
5. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 5 หรือโหมด 5



รูปที่ 2.5. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 5 หรือโหมด 5

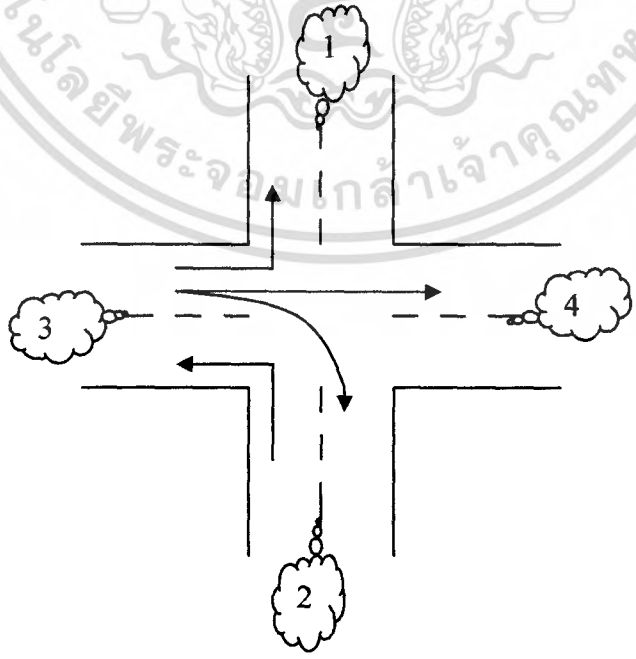
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 6 หรือโหมด 6



รูปที่ 2.6. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 6 หรือโหมด 6

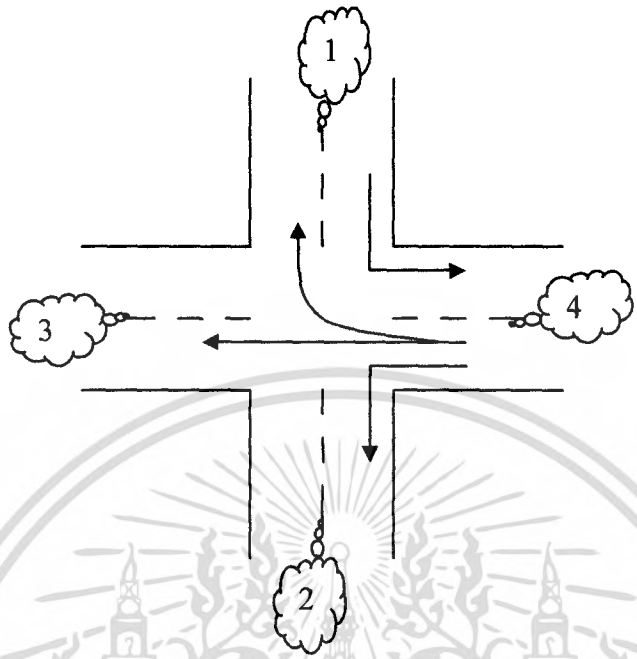
7. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 7 หรือโหมด 7



รูปที่ 2.7. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 7 หรือโหมด 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

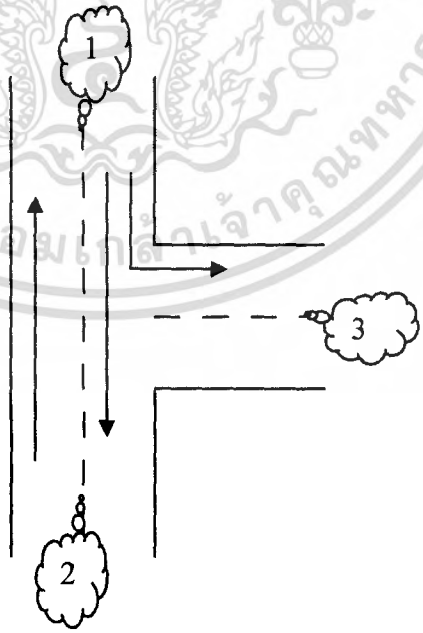
8. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 8 หรือโหมด 8



รูปที่ 2.8. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 8 หรือโหมด 8

รูปแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 3 แยก มี 4 แบบ ดังนี้

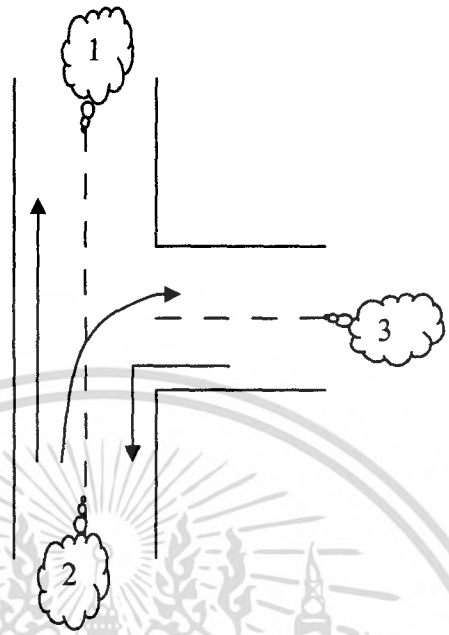
1. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 1



รูปที่ 2.9. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 1

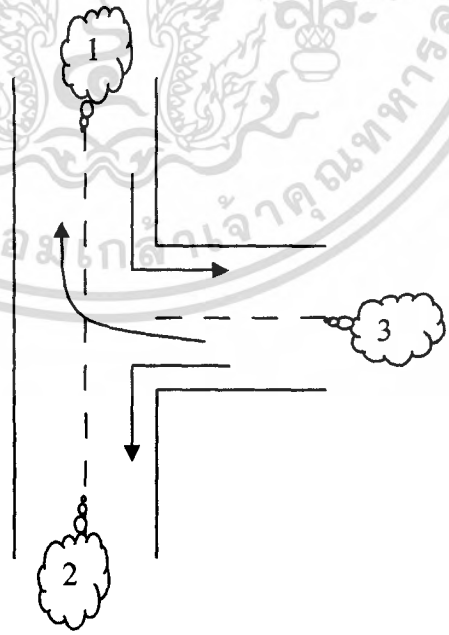
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 2



รูปที่ 2.10. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 2

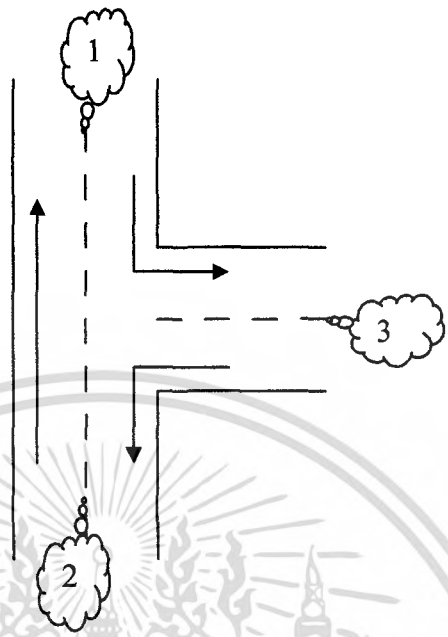
3. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 3



รูปที่ 2.11. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 4

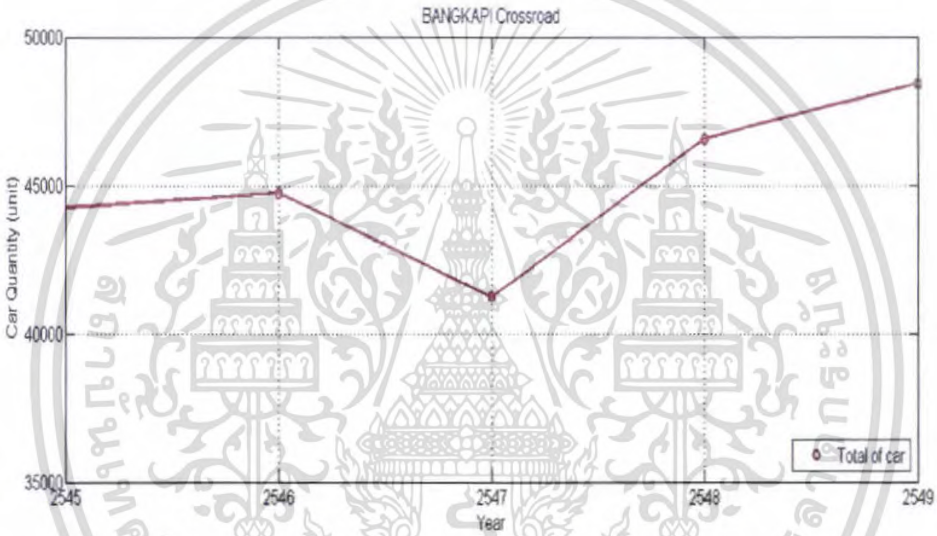


รูปที่ 2.12. สัญญาณไฟจราจรแบบที่ 4

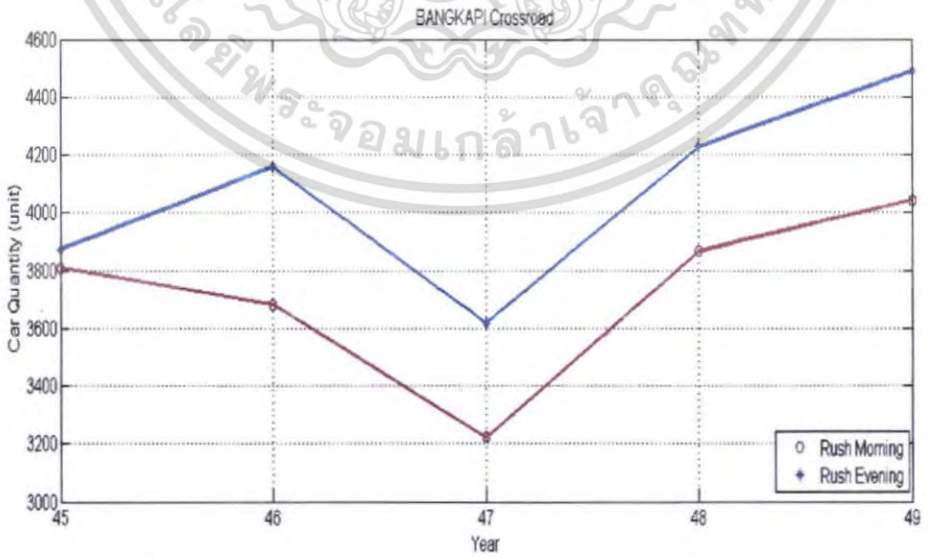
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ

ปริมาณจราจรปี	ปริมาณการจราจร(คัน) (07:00-19:00 น.)	ปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วน (คัน/ชม.)	
		เช้า(7.00 - 9.00 น.)	เย็น(16.00 - 19.00 น.)
2545	44243	3808	3872
2546	44737	3682	4158
2547	41238	3222	3619
2548	46556	3864	4226
2549	48422	4043	4488



รูปที่ 2.13. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ (7.00-19.00 น.)



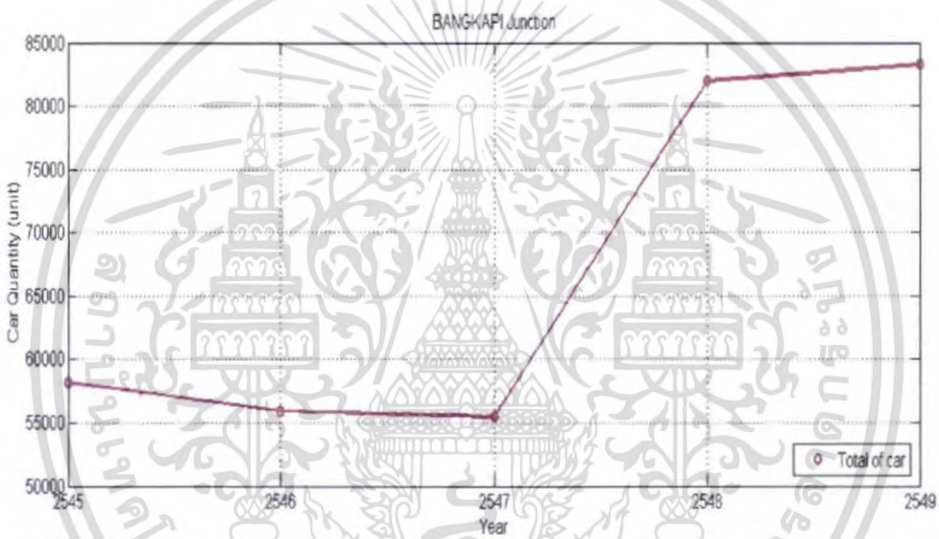
รูปที่ 2.14. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสี่แยกบางกะปิ

(7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)

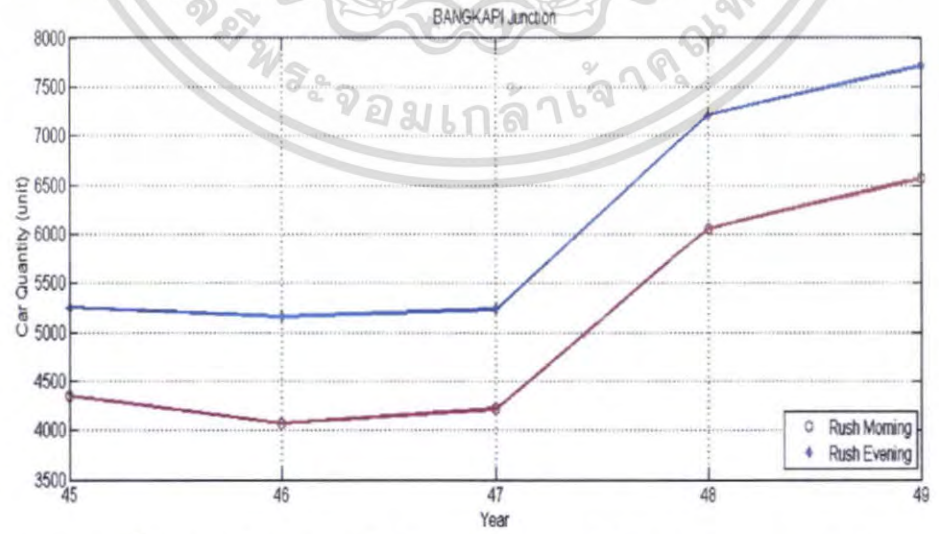
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ

ปริมาณจราจรปี	ปริมาณการจราจร(คัน) (07:00-19:00 น.)	ปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วน (คัน/ชม.)	
		เช้า(7.00 - 9.00 น.)	เย็น(16.00 - 19.00 น.)
2545	58176	4351	5251
2546	55885	4068	5156
2547	55456	4212	5230
2548	81955	6054	7208
2549	83230	6569	7713



รูปที่ 2.15. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ (7.00-19.00 น.)



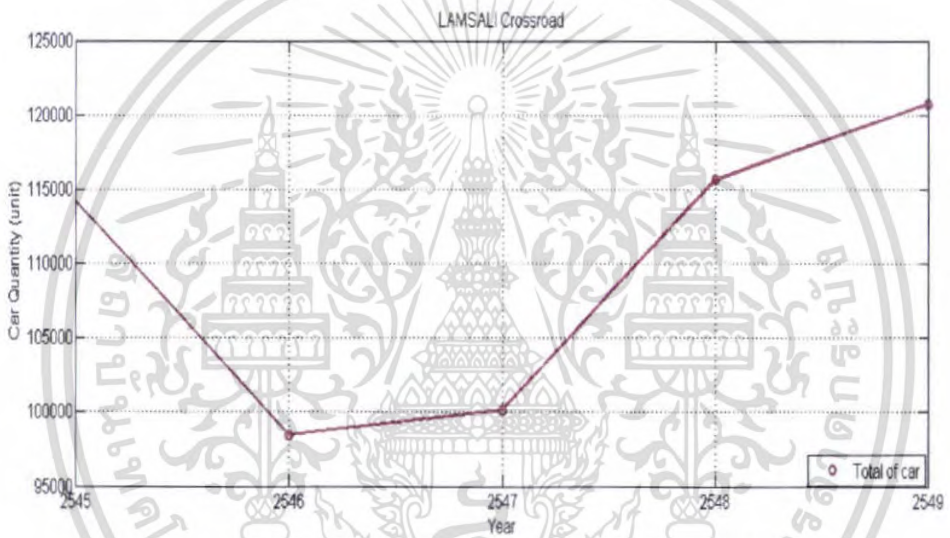
รูปที่ 2.16. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณสามแยกบางกะปิ

(7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)

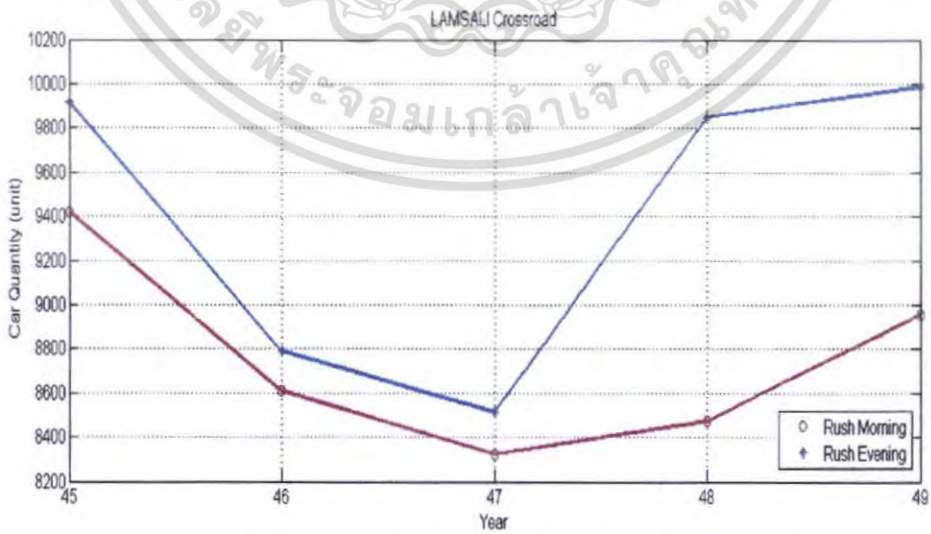
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี

ปริมาณจราจรปี	ปริมาณการจราจร(คัน) (07:00-19:00 น.)	ปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วน (คัน/ชม.)	
		เช้า(7.00 - 9.00 น.)	เย็น(16.00 - 19.00 น.)
2545	114103	9416	9916
2546	98455	8609	8788
2547	100142	8324	8513
2548	115630	8473	9848
2549	120724	8957	9986



รูปที่ 2.17. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี (7.00-19.00 น.)



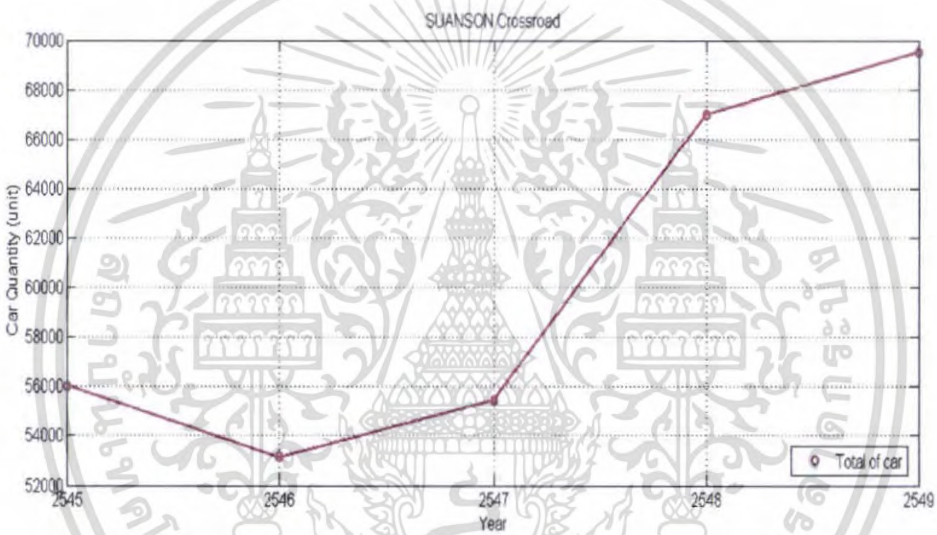
รูปที่ 2.18. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกลำสาลี

(7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)

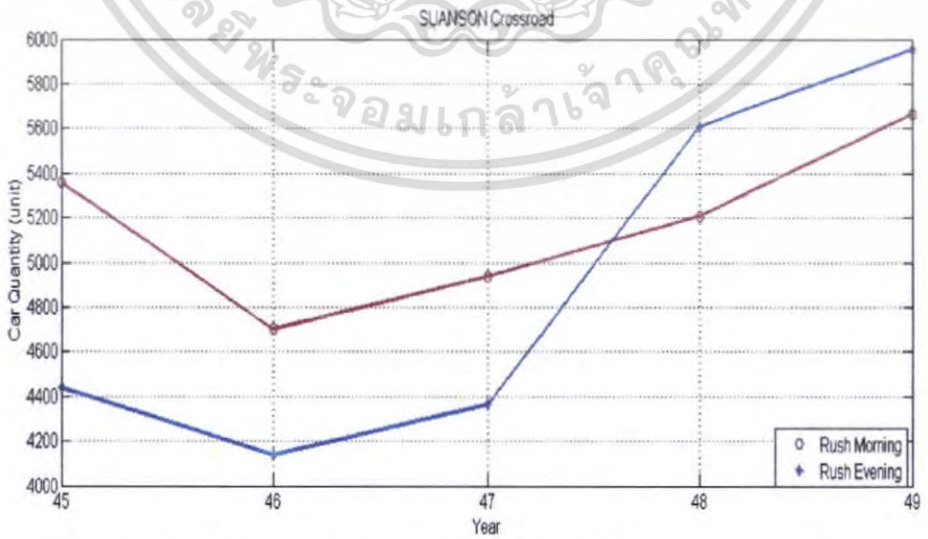
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน

ปริมาณจราจรปี	ปริมาณการจราจร(คัน) (07:00-19:00 น.)	ปริมาณจราจรช่วงเร่งด่วน (คัน/ชม.)	
		เช้า(7.00 - 9.00 น.)	เย็น(16.00 - 19.00 น.)
2545	56032	5358	4436
2546	53140	4702	4136
2547	55464	4935	4363
2548	66987	5208	5608
2549	69525	5664	5952



รูปที่ 2.19. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน (7.00-19.00 น.)



รูปที่ 2.20. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณแยกสวนสน

(7.00-9.00 น. และ 16.00-19.00 น.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจจับ (Detector)

ในหลายๆ ปีที่ผ่านมาได้มีการใช้เครื่องตรวจจับที่หลากหลายเพื่อใช้ในการสื่อสารข้อมูลไปยังเครื่องควบคุมสัญญาณจราจรแบบปรับค่าได้และมีการเก็บข้อมูลสะสมไว้มีดังต่อไปนี้

1. **เครื่องตรวจจับ แบบขดลวดไฟฟ้า (Inductive Loop Detector)**

มักจะสร้างขดลวดตัวนำประมาณ 2-3 รอบ วางอยู่ในช่วงของถนน และมีสายต่อไปยังเครื่องขยายกำลัง (Amplifier) และ ออสซิเลเตอร์ (Oscillators) ในตู้ควบคุมโดยออสซิเลเตอร์จะทำหน้าที่จ่ายพลังงานให้กับลูป (Loop) เมื่อรถยนต์ผ่านมาเหนือลูปจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำขึ้นที่ Loop Inductance และจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของความถี่ออสซิเลเตอร์ ซึ่งค่าความถี่ที่เพิ่มขึ้นนี้จะส่งเป็นพลังงานไฟฟ้าไปยังเครื่องควบคุมต่อไป

2. **เครื่องตรวจจับ แบบแม่เหล็ก (Magnetic Detector)**

มีอยู่ 3 แบบด้วยกันคือ แบบเครื่องตรวจจับระบบแม่เหล็กมาตรฐาน (Standard), แบบเครื่องตรวจจับระบบแม่เหล็กโดยตรง (Magnetometer) โดยทั้ง 3 แบบ จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ คือ เซ็นเซอร์ในถนน และส่วนภาควงจรขยาย ถึงแม้ว่าทั้ง 3 แบบ จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการเปลี่ยนแปลงขอเส้นฟลักซ์จากสนามแม่เหล็กโลกก็ตาม แต่สำหรับเครื่องตรวจจับแบบแมกนีโตมิเตอร์จะเป็นแบบที่พิเศษกว่าแบบทั่วไป ดังจะอธิบายต่อไปนี้ สำหรับแบบเครื่องตรวจจับสนามแม่เหล็กโดยตรงนี้จะใช้คอยล์ (Coil) ที่ทำมาจากขดลวดกับแกนที่มีค่าซึมซับสูงวางลงไปในท่อที่ฝังไว้ใต้พื้นผิวของถนน

เมื่อมีรถผ่านมาใกล้และผ่านไปเหนือคอยล์เส้นฟลักซ์ที่คงที่จะถูกผ่านไปยังคอยล์จะถูกทำให้เบี่ยงเบนไปจากทิศทางเดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันภายในคอยล์ซึ่งวงจรที่มีกำลังขยายสูงจะทำการขยายแรงดันเพื่อที่จะทำการส่งผ่านไปยังเครื่องควบคุม ซึ่งจะเข้าใจได้ว่ามีรถยนต์วิ่งผ่านมา สำหรับเครื่องตรวจจับแบบนี้รถยนต์ต้องมีการเคลื่อนไหวสำหรับรถยนต์ที่มีความเร็วน้อยกว่า 5 ไมล์ต่อชั่วโมง โดยทั่วไปแล้วจะไม่สามารถตรวจจับได้ สำหรับเครื่องยนต์แบบนี้จะสามารถให้ข้อมูลจากการเคลื่อนที่ได้แต่จะไม่สามารถเก็บข้อมูลหรือแสดงข้อมูลได้

3. **เครื่องตรวจจับ แบบสนามแม่เหล็ก (Magnetometers)**

เครื่องแมกนีโตมิเตอร์ จะเป็นเครื่องตรวจจับระบบสนามแม่เหล็กที่พิเศษกว่าแบบอื่นซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อแสดงถึงข้อมูลของรถที่ได้จากการวัดผลการเปลี่ยนแปลงจากสนามแม่เหล็กโลกเมื่อรถยนต์เข้ามาใกล้เครื่องตรวจจับ

โดยเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในถนนจะมีขนาดเล็กโดยมีลักษณะคล้ายกระป๋องที่สามารถวางไว้ในแนวตั้งในหลุมที่ขุดลงไปใต้ถนนซึ่งจะถูกเชื่อมต่อมายังภาคขยาย ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เครื่องตรวจจับ แบบเรดาร์ (Radar Detectors)

สำหรับเครื่องตรวจจับแบบเรดาร์นั้นจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของด็อปเปลอร์ (Doppler) โดยคลื่นไมโครเวฟจะถูกยิงเป็นเส้นตรงไปยังถนน เมื่อมีรถยนต์ผ่านมาจะทำให้เกิดการสะท้อนของลำคลื่นไมโครเวฟไปยังเสาอากาศ ในความถี่ที่ต่างออกไปจากเดิม แต่สำหรับการตรวจจับแบบนี้จะสามารถตรวจจับได้แค่มีการผ่านของรถหรือไม่เท่านั้นอีกทั้งยังต้องมีการขอคลื่นความถี่ใช้งานอย่างถูกต้องอีกด้วย รวมทั้งยังต้องมีการซ่อมแซมและการบำรุงรักษาที่ซับซ้อนยุ่งยาก

5. เครื่องตรวจจับ แบบคลื่นเสียง (Ultrasonic Detector)

เป็นวิธีการที่ดีอย่างหนึ่งที่ใช้กันในยุค 1970 แต่จากในอดีตพบว่าเป็นการยากที่จะปรับบริเวณที่จะถูกตรวจจับให้ถูกต้อง รวมทั้งมีปัญหาเรื่องพื้นผิวของทางเดินรถอีกด้วยโดยเซ็นเซอร์แบบนี้จะส่งคลื่นอัลตร้าโซนิกส์ ไปยังทางเท้าซึ่งจะสะท้อนกลับมายังต้นกำเนิดอีกครั้ง โดยช่วงเวลาที่จะสะท้อนกลับมาจะต้องถูกปรับแต่งให้เหมาะสม เมื่อมีรถเข้ามาในพื้นที่ของกรวยลำอัลตร้าโซนิกส์จะสะท้อนคลื่นกลับมาเร็วกว่าปกติ เพราะหลังคารถจะอยู่ใกล้กับอัลตร้าโซนิกส์ดีเทกเตอร์ มากกว่าพื้นถนนนั่นเอง

โดยปัญหาหลักของอัลตร้าโซนิกส์ดีเทกเตอร์ก็คือ จะวางอย่างไรให้เหมาะสมกับการทำงานและปรับกรวยดีเทกเตอร์อย่างไรให้เหมาะสมกับแต่ละสี่แยกที่แตกต่างกัน โดยต้องตรวจจับรถที่เข้ามาใกล้เลนที่ติดตั้งได้

6. เครื่องตรวจจับ แบบแรงดัน (Pressure Pads)

มีการใช้งานมาหลายปีแล้วแต่ในปัจจุบันนี้ไม่นิยมใช้ โดยต้องการโครงโลหะที่ติดตั้งลงไปในถนนเพื่อรองรับให้กับแผ่นโลหะความดัน เมื่อมีน้ำหนักของรถกดลงบนแผ่นโลหะที่หุ้มด้วยยางไว้ด้านบน จะเกิดการสัมผัสของรอยต่อของโลหะภายในซึ่งจะส่งสัญญาณไปยังเครื่องควบคุม แต่เครื่องตรวจจับแบบนี้มีค่าติดตั้งที่แพงและโดยปกติแล้วมักต้องติดตั้งใหม่เสมอเมื่อมีการทำถนนใหม่

<u>หมายเหตุ</u> เครื่องตรวจจับที่นิยมใช้มากที่สุดคือ เครื่องตรวจจับแบบขดลวดไฟฟ้า

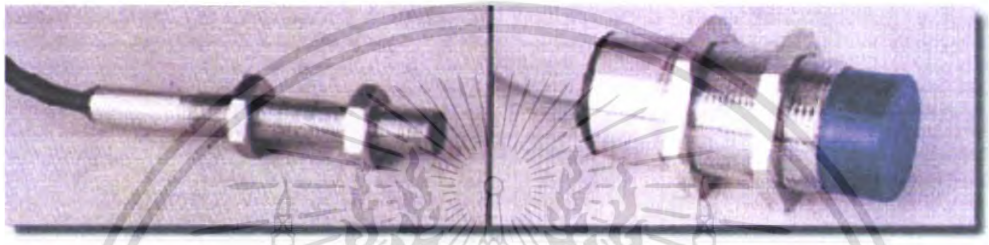
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ (Proximity Sensor) แบ่งได้หลายประเภท ดังนี้

1. **เซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor)**

เป็นเซ็นเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น หรือเรียกกันทางภาษาเทคนิคว่า " อินดั๊กตีฟเซ็นเซอร์ "

ข้อเด่นของเซ็นเซอร์ชนิดนี้ คือ ทนทานและสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง (wide temperature ranges) สามารถทำงานในสภาวะที่มีการรบกวนทางแสง (Optical) และเสียง (Acoustic) ซึ่งเทียบเท่ากับชนิดเก็บประจุ



รูปที่ 2.21. ตัวอย่างเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

2. **เซ็นเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor)**

เซ็นเซอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับแบบเหนี่ยวนำ การเปลี่ยนแปลงของความจุ ซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ เซ็นเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นโลหะได้

3. **เซ็นเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical Sensor)**

นิยมใช้ตรวจจับชิ้นงานที่มีระยะห่างจากตัวเซ็นเซอร์ค่อนข้างมาก นอกจากมีคุณลักษณะเด่นในเรื่องของระยะการตรวจจับที่ไกลแล้ว เซ็นเซอร์แบบนี้ยังมีข้อดีอยู่อีกหลายประการด้วยกัน คือสามารถตรวจจับวัตถุได้เกือบทุกประเภท ความเร็วในการตรวจจับสูง มีรุ่นที่สามารถแยกความแตกต่างสีได้

4. **เซ็นเซอร์ชนิดใช้คลื่นเสียง (Ultrasonic Sensor)**

เนื่องจากในงานบางลักษณะไม่สามารถใช้เซ็นเซอร์ประเภทต่างๆที่ได้กล่าวมาขั้นต้นได้ เช่นการตรวจจับของเหลวในภาชนะบรรจุ ตรวจจับระดับความลึกของแหล่งน้ำ ตรวจจับพื้นผิวถนนสำหรับยานพาหนะบางชนิด เป็นต้น คลื่นเสียงที่นำมาทำเซ็นเซอร์ประเภทนี้จะอยู่ในช่วงความถี่ 20KHz – 1GHz ซึ่งเรียกว่า Ultrasonic ซึ่งหูของมนุษย์ไม่สามารถจะได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แม็กเนติกเซ็นเซอร์ (Magnetic Sensor)

รีดสวิตช์ (Reed Switch)

คือ แม็กเนติกเซ็นเซอร์ที่มีลักษณะเป็นแบบหน้าสัมผัส ซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้ว จะเป็นหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Normally Open : NO) สวิตช์นี้จะทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้ แผ่นหน้าสัมผัสจะทำมาจากสารที่มีผลต่อสนามแม่เหล็ก (ferromagnetic) และติดตั้งอยู่ภายในกระเปาะแก้วเล็กๆ ที่มีการเติมก๊าซเฉื่อยเพื่อทำให้การตัดต่อการส่งกระแสไฟฟ้าได้เร็วยิ่งขึ้น

5.2. อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์

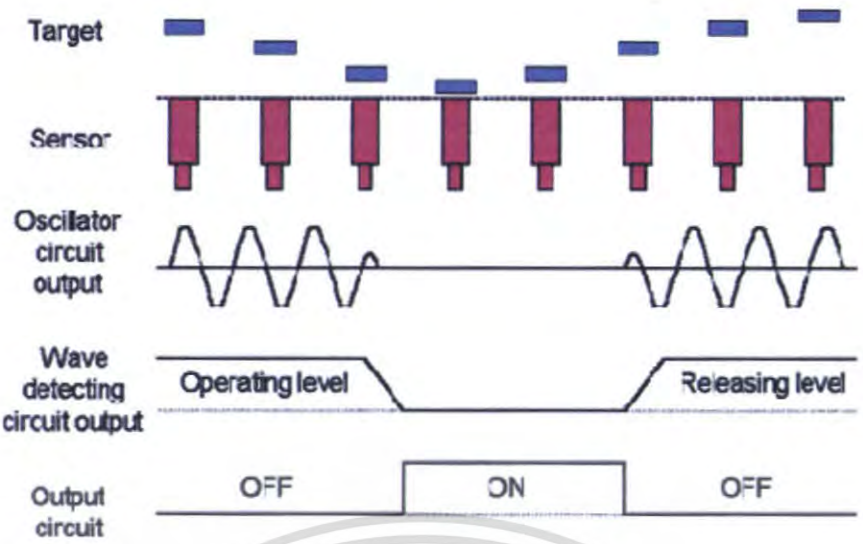
แม็กเนติกเซ็นเซอร์ประเภทนี้ จะอาศัยการตัดต่อหรือให้สัญญาณโดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หากมีคนถามว่าแล้วเซ็นเซอร์ประเภทนี้แตกต่างจากรีดสวิตช์อย่างไร คำตอบคือเหมือนกันในส่วนที่อาศัยสนามแม่เหล็กในการทำงาน แต่ต่างกันในเรื่องความไวและอายุการใช้งานแม็กเนติกเซ็นเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์การตัดต่อสัญญาณจะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งไม่มีการเคลื่อนที่ทางกลทำให้มีความไวในการทำงานที่สูงกว่ารีดสวิตช์ นอกจากนั้นยังส่งผลให้อายุการใช้งานยาวนานกว่าอีกด้วย อีกจุดหนึ่งที่น่าสนใจในเรื่องความแตกต่างของเซ็นเซอร์ทั้งสองชนิดก็คือ แม็กเนติกเซ็นเซอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากจะใช้กับไฟกระแสตรงและต้องต่อสัญญาณไฟให้ถูกต้องตามที่กำหนด ส่วนรีดสวิตช์หากไม่มีหลอดไฟแสดงสัญญาณ(LED) สามารถใช้ได้ทั้งไฟตรงและไฟกระแสสลับ และยังสามารถสลับขั้วการต่อได้

หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

บริเวณส่วนหัวของเซ็นเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (oscilate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด เพื่อเป็นการลดจินตนาการในการทำความเข้าใจการทำงานของเซ็นเซอร์ชนิดนี้จึงขอแสดงด้วยรูปต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.22. หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ส่วนประกอบหลักของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ คือ

(1) วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง (Oscillator)

(2) วงจรหรือส่วนของการประมวลผล (Evaluator)

(3) วงจรแยกสภาวะและสั่งงาน (Trigger)

(4) หลอดไฟแสดงสภาวะในการทำงาน (Status Display)

(5) วงจรขยายสัญญาณและป้องกันด้านเอาต์พุต (Output with protective circuit)

(6) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากภายนอก (External voltage)

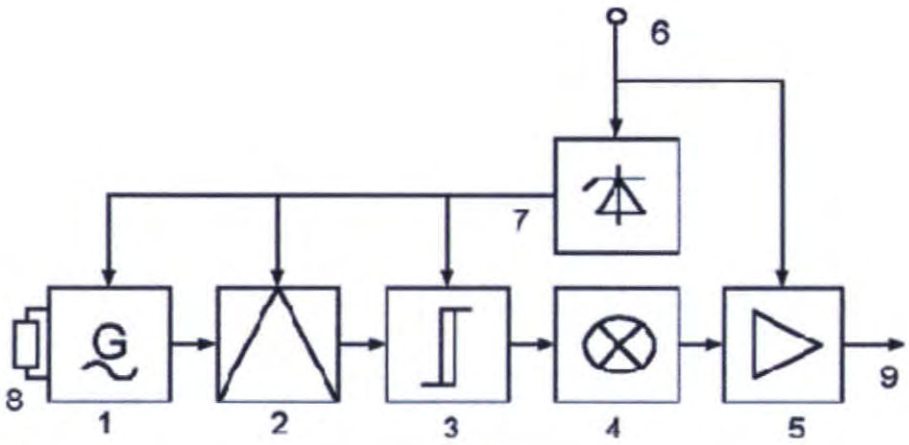
(7) วงจรรักษาระดับแรงดันภายในให้คงที่ (Internal constant voltage supply)

(8) ส่วนหรือพื้นที่ ที่ใช้ในการตรวจจับซึ่งมีขดลวดอยู่ภายใน (Active zone : coil)

(9) เอาต์พุตของเซ็นเซอร์ ซึ่งในที่นี้จะเป็นแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (On-Off)

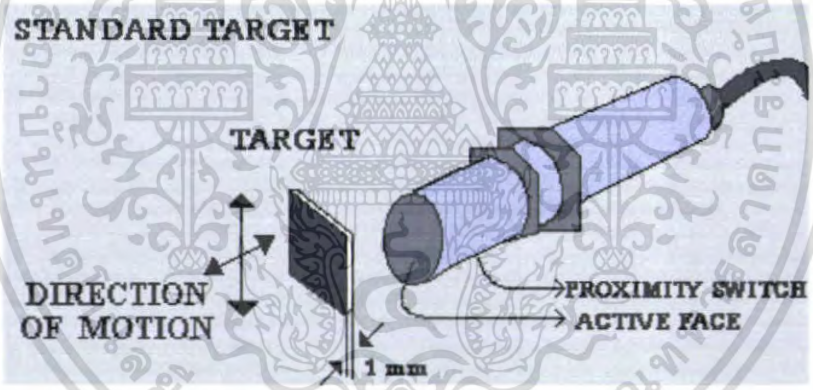
83274

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23. ส่วนประกอบหลักของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

รายละเอียดทางเทคนิคของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ



รูปที่ 2.24. เทคนิคของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

ระยะตรวจจับมาตรฐานของเซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำนั้น หาได้โดยการใช้แผ่นเหล็กอ่อน (mild steel) เป็นวัตถุนำ หากวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็นโลหะชนิดอื่น เช่น อลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง ฯลฯ ระยะการตรวจจับก็จะน้อยลง ทั้งนี้เราสามารถหาค่าได้โดยการเอาค่าตัวประกอบ (factor) คูณด้วยระยะตรวจจับมาตรฐาน ดังตัวอย่าง ค่าตัวประกอบของเหล็กอ่อน เท่ากับ 1 ทองเหลืองเท่ากับ 0.50 ทองแดงเท่ากับ 0.40 ดังนั้นหากระยะตรวจจับมาตรฐาน (เหล็กอ่อน) เท่ากับ 10 มิลลิเมตร เมื่อนำไปตรวจจับทองเหลืองก็จะเป็น 5.0 และทองแดงเป็น 4.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Target Meterial	Approximate Correction Factor
เหล็กอ่อน	1.0
สแตนเลส	0.85
ทองเหลือง	0.50
อลูมิเนียม	0.45
ทองแดง	0.40

รายละเอียดทางเทคนิค

ในการนำเซ็นเซอร์ แบบเหนี่ยวนำมาใช้งานนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่เราจะต้องทราบรายละเอียดหรือข้อมูลทางด้านเทคนิค ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์และประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

ระยะการตรวจจับ (Sensing Range)

คือระยะที่เมื่อแผ่นโลหะที่ตรวจจับเคลื่อนที่เข้ามาใกล้ด้านหน้าของส่วนตรวจจับ แล้วมีผลทำให้สัญญาณเกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น เปิด (On) เป็นปิด (Off) หรือ ปิด (Off) เป็นเปิด (On) ระยะการตรวจจับทั่วไป (Norminal Sensing Range ; Sn) คือ ค่าระยะตามคุณลักษณะโดยไม่ได้คิดรวมถึงผลคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการผลิตในแต่ละตัว หรือผลกระทบจากภายนอก เช่น อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า

ระยะการตรวจจับจริง (Real Sensing Range; Sr)

คือ ระยะการตรวจจับ ซึ่งวัดค่าได้โดยการใช้แหล่งจ่ายไฟตามค่าที่กำหนด อุณหภูมิที่กำหนด ระยะการตรวจจับจริงจะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 90% ถึง 110% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

ระยะการตรวจจับที่ใช้ประโยชน์ (Useful Sensing Range; Su)

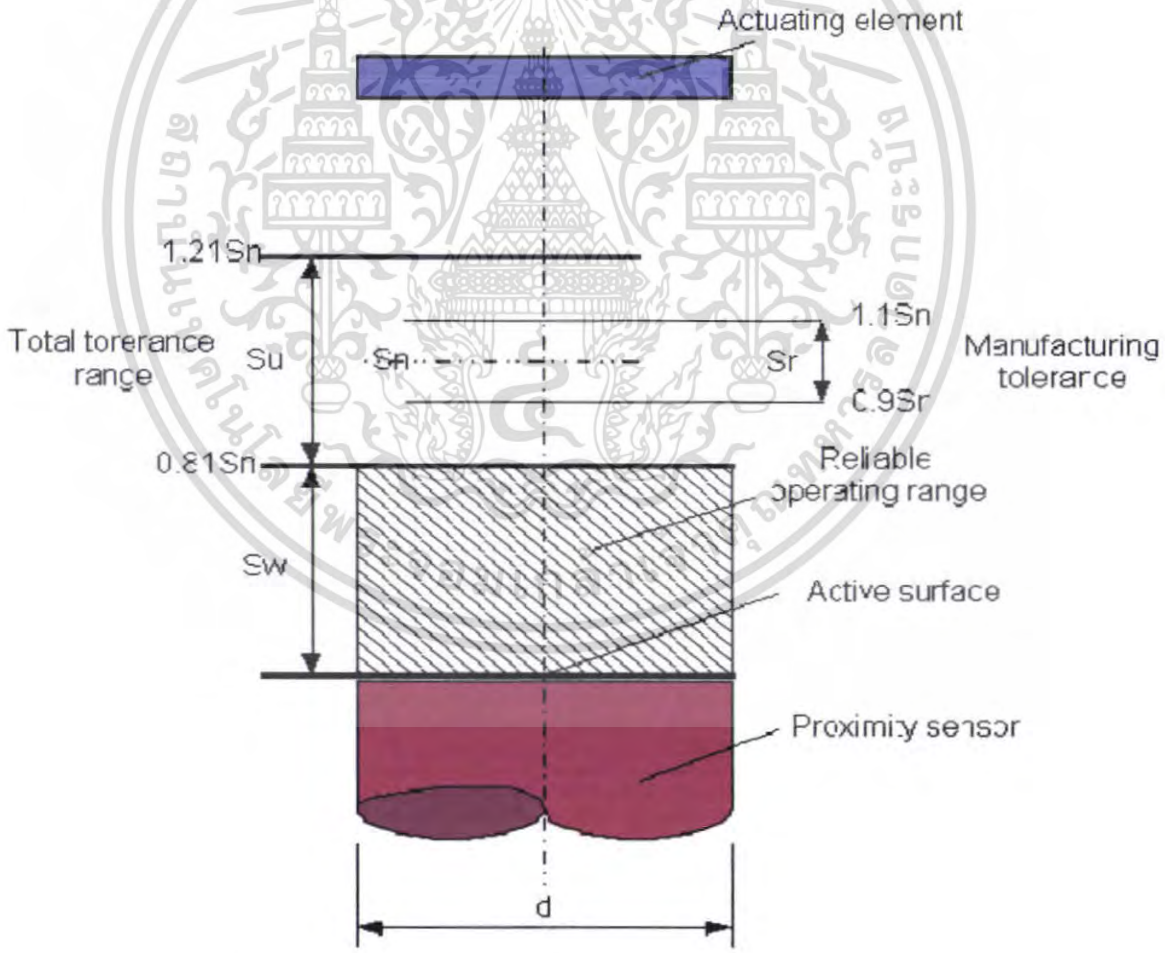
คือ ระยะการตรวจจับ ซึ่งวัดตามวิธีการวัดที่หนึ่งตามมาตรฐาน EN 50010 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟและอุณหภูมิแวดล้อมล้อมอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ระยะตรวจจับที่ใช้ประโยชน์จะมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 81% ถึง 121% ของระยะการตรวจจับแบบทั่วไป (Sn)

ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Range; Sw)

คือ ระยะใดๆ ที่เซ็นเซอร์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ที่อุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าในการชดเชยระยะที่ถูกต้อง ระยะตรวจจับทั่วไป (Sn) ของเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับวัตถุได้ตามระยะตรวจจับที่กำหนดได้โดยใช้แผ่นเหล็กอ่อน (mild steel) เป็นวัตถุสำหรับถูกตรวจจับ การใช้แผ่นโลหะที่มีขนาดเล็กกว่าที่กำหนดไว้ จะทำให้ระยะการตรวจจับสั้นลง เช่นเดียวกัน ถ้าแผ่นโลหะนั้นมีผิวโค้งก็จะมีผลต่อการตรวจจับด้วย และระยะการตรวจจับจะเปลี่ยนแปลงไปถ้าวัตถุที่ตรวจจับเป็นโลหะประเภทอื่น ซึ่งจะทราบได้ว่าระยะตรวจจับสำหรับโลหะประเภทนั้นเป็นเท่าไร โดยคูณระยะมาตรฐานด้วยค่าตัวประกอบ (factor) ที่ระบุไว้ในตารางคุณสมบัติเฉพาะของแต่ละรุ่น การใช้เซ็นเซอร์แบบเหนี่ยวนำตรวจจับโลหะแบบบางๆนั้นอาจทำให้ระยะการตรวจจับน้อยกว่าระยะการตรวจจับของแผ่นโลหะที่หนาปกติได้ กรณีนี้ขึ้นอยู่กับว่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้านั้นสามารถทะลุผ่านแผ่นโลหะบางนั้นไปได้มากน้อยเพียงใด ถ้าความหนาของแผ่นโลหะนั้นน้อยกว่าระยะที่สนามแม่เหล็กไฟฟ้าทะลุผ่านไปจะทำให้แผ่นโลหะนั้นเกิดกระแสไหลวน (eddy current) ซึ่งมีผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของแผ่นโลหะนั้นมีค่าต่ำลงกว่าค่าปกติ จากผลที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ระยะการตรวจจับลดลงตามไปด้วย



รูปที่ 2.25. ระยะตรวจจับในการทำงาน (Working Sensing Range; Sw)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความสามารถในการกระทำซ้ำ (Repeatability)

สามารถหาได้โดย การวัดสองครั้งติดต่อกันภายใต้สภาวะที่กำหนดของ EURO-NORM ซึ่งเซ็นเซอร์ที่ดีควรมีระยะที่เท่ากัน

ค่าฮีสเตอร์รีซีสของการตัดต่อ (Switching Hysteresis)

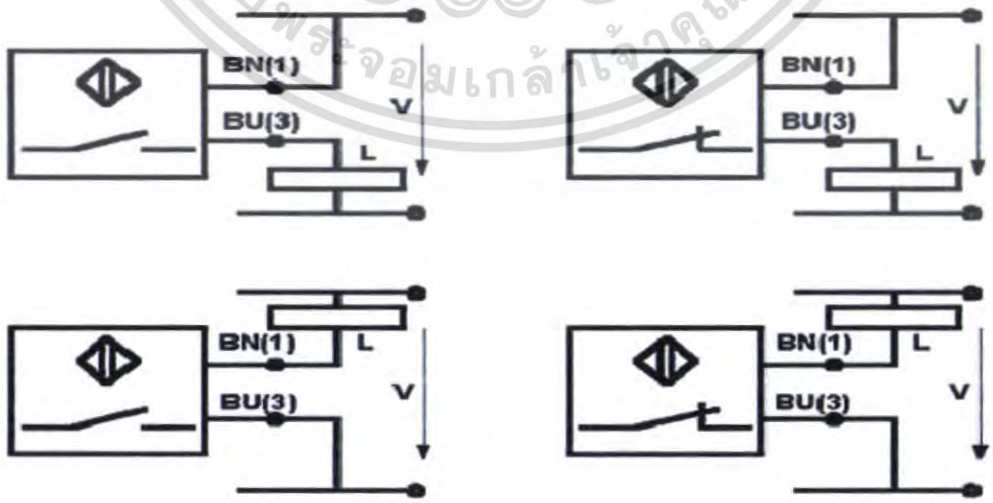
คือ ระยะความแตกต่างระหว่างเซ็นเซอร์ทำงาน (on) กับหยุดทำงาน (off) เมื่อนำแผ่นโลหะที่ใช้ทดสอบเลื่อนเข้ามาใกล้หรือถอยห่างจากบริเวณด้านหน้าส่วนตรวจจับของเซ็นเซอร์ค่าฮีสเตอร์รีซีสจะมีค่าเป็นเปอร์เซนต์ของระยะตรวจจับจริง

พร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์กับการต่อใช้งาน

ในการนำพร็อกซิมิตี้เซ็นเซอร์ประเภทต่างๆ ที่กล่าวมาในข้างต้นไปประยุกต์ใช้นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเลือกและพิรารณาในเรื่องลักษณะงานที่จะนำไปใช้ ชนิดและระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้รวมทั้งความสามารถในการจ่ายกระแสให้กับโหลดหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่จะนำมาต่อร่วมกับเซ็นเซอร์ ซึ่งในที่นี้เราจะกล่าวถึงเซ็นเซอร์ที่ให้สัญญาณแบบทำงานหรือไม่ทำงาน (On-Off)

1. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

เซ็นเซอร์แบบนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะตามสัญญาณไฟฟ้าที่ใช้ คือ เป็นแบบไฟกระแสตรงและไฟกระแสสลับ นอกจากนี้ในแต่ละกลุ่มยังมีการแบ่งย่อยออกเป็นปกติทำงาน (N.C.) กับปกติไม่ทำงาน (N.O.) การต่ออุปกรณ์ต่างๆเข้ากับเซ็นเซอร์ประเภทนี้สามารถกระทำได้โดยการต่ออนุกรมเข้ากับสายเส้นใดเส้นหนึ่ง แสดงดังรูป

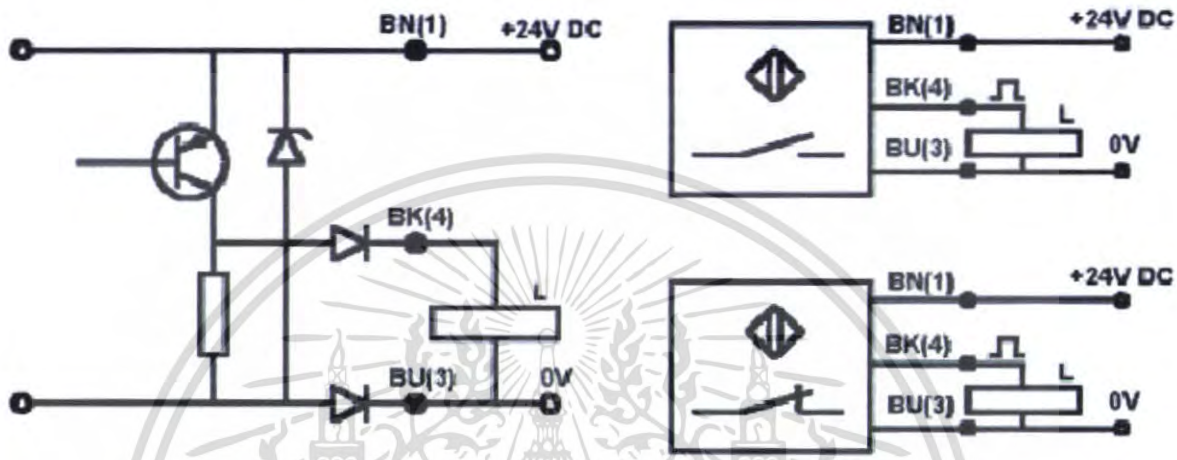


รูปที่ 2.26. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 2 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

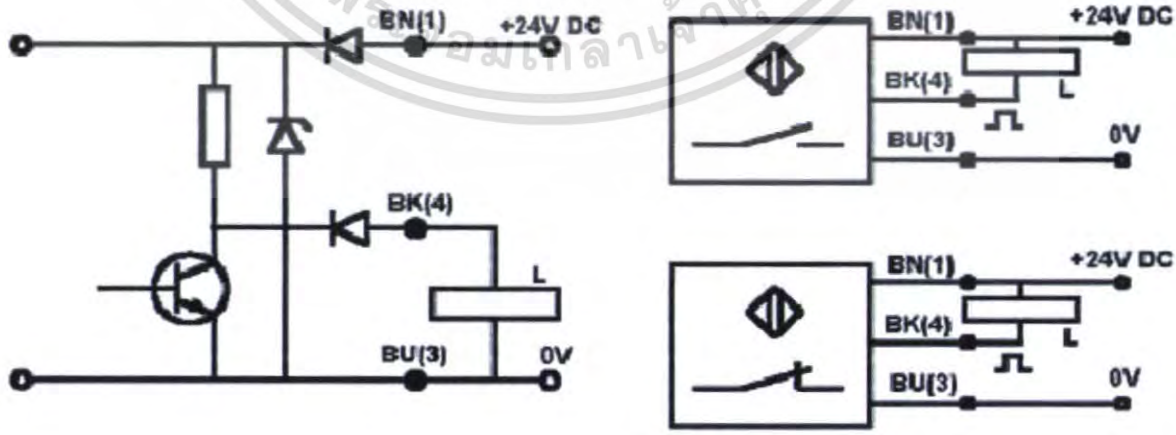
2. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 3 เส้น

เซ็นเซอร์แบบนี้ส่วนใหญ่ใช้กับไฟกระแสตรง มีทั้งแบบปกติทำงานและปกติไม่ทำงาน นอกจากนี้สายสัญญาณที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ก็มีให้เลือกทั้งที่เป็นไฟบวกหรือไฟลบเซ็นเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้น โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกันคือ แบบ PNP และ NPN ซึ่งแบ่งตามชนิดของทรานซิสเตอร์ที่เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่อยู่ภายใน



รูปที่ 2.27. เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ PNP

จากรูปแสดงโครงสร้างภายในภาคเอาต์พุตซึ่งจะมีทรานซิสเตอร์แบบ PNP ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับสั่งให้ทำงานหรือไม่ทำงาน เซนเนอร์ไดโอดที่ต่อคร่อมอยู่ระหว่างขั้วบวกและลบจะทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันจากแหล่งจ่ายให้คงที่ ไดโอดที่สายสัญญาณหมายเลข 3 หรือขั้วลบทำหน้าที่ป้องกันการต่อผิดขั้ว ส่วนไดโอดหมายเลข 4 หรือสัญญาณเอาต์พุตจะทำหน้าที่ป้องกันกระแสไหลย้อนกลับซึ่งเนื่องมาจากการต่อโหลด



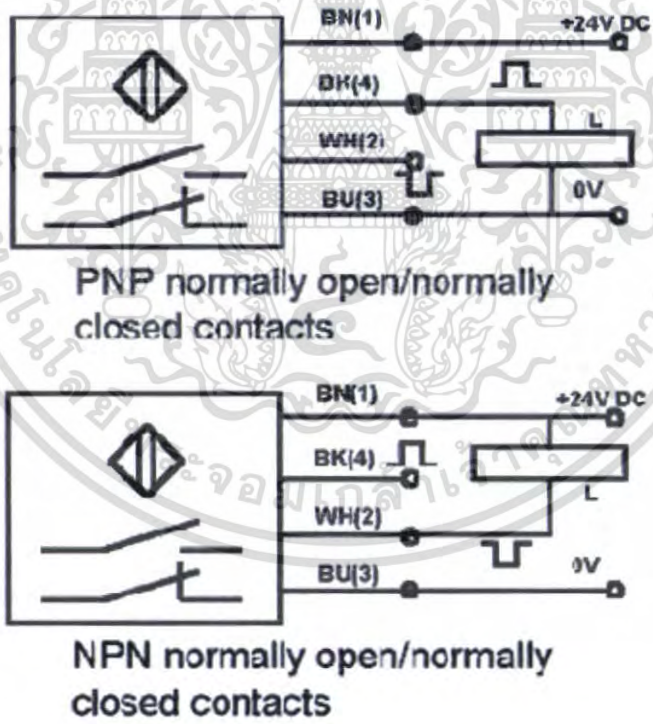
รูปที่ 2.28. เอาต์พุตที่ได้จากการต่อใช้งานแบบ NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเซ็นเซอร์แบบสายสัญญาณ 3 เส้นมี 2 ประเภทคือ PNP และ NPN แล้วเลือกแบบไหนไปใช้งานดี ในการเลือกไปใช้งานนั้นหากโหลดเป็นอุปกรณ์พวก รีเลย์ หลอดไฟ โซลินอยด์ ฯลฯ จะเลือกแบบไหนไปใช้งานก็ได้เนื่องจากมีคุณสมบัติพอๆกัน แต่หากนำสัญญาณที่ได้ไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรืออุปกรณ์ควบคุม เช่น PLC ต้องพิจารณาให้ดีเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านั้นมีทิศทางการไหลของกระแสไฟ โดยทั่วไปจะมีการระบุเอาไว้ว่าจะใช้เซ็นเซอร์เอาต์พุตประเภทไหน ดังนั้นจึงพอจะสรุปได้ว่าจะเลือกเซ็นเซอร์เอาต์พุตแบบไหนนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความต้องการของอุปกรณ์ควบคุมเป็นสำคัญ

3. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

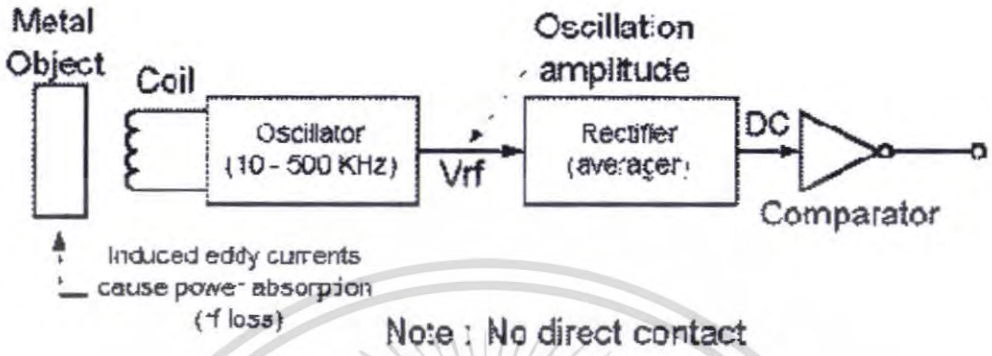
ในบางครั้งเพื่อความประหยัด หรือลดพื้นที่ในการติดตั้ง หรือความต้องการสัญญาณมากกว่าหนึ่งสัญญาณ ณ.จุดที่ต้องการตรวจจับเพียงจุดเดียว ความต้องการต่างๆเหล่านี้สามารถตอบสนองได้ด้วยเซ็นเซอร์เพียงตัวเดียวที่มีสายสัญญาณ 4 เส้น นั่นคือ จะมีสายสัญญาณเอาต์พุตปกติทำงาน (NC) และปกติไม่ทำงาน (NO) รวมอยู่ในตัวเดียวกัน ซึ่งมีทั้งแบบ PNP และ NPN แสดงดังรูป



รูปที่ 2.29. เซ็นเซอร์แบบมีสายสัญญาณ 4 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ Inductive Proximity Sensor ของเรานั้นได้ใช้บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ข้างล่างเป็นพื้นฐานในการสร้างเซ็นเซอร์โดยมีทั้งหมด 3 ภาคคือ (1) Oscillator, (2) Averager และ (3) Comparator Block Diagram

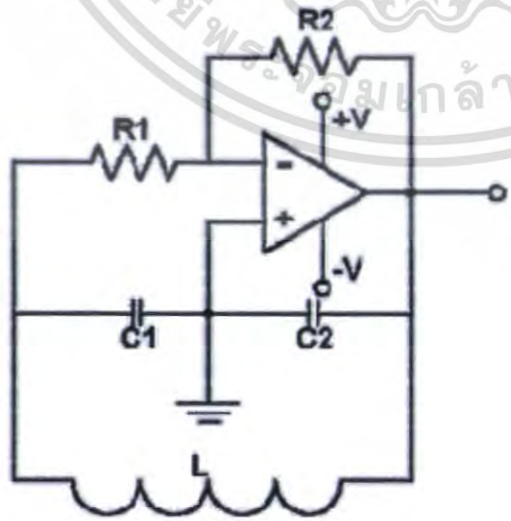


รูปที่ 2.30. พื้นฐานในการสร้างเซ็นเซอร์

ภาคออสซิลเลเตอร์

เราเลือกสร้างวงจรออสซิลเลเตอร์โดยใช้ Colpitts Oscillator ซึ่ง Colpitts Oscillator จากรูปเป็นผลมาจากการป้อนกลับในทางบวก (positive feedback) ของวงจรการขยายแบบกลับเฟส ผ่านวงจรเรโซแนนท์แบบขนาน (Parallel Resonant)

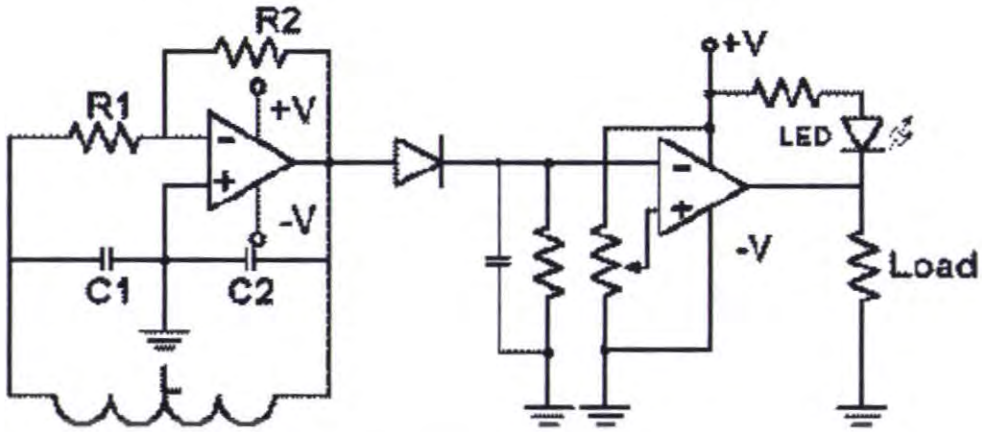
$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$



$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}}$$

รูปที่ 2.31. วงจร Colpitts Oscillator โดยใช้ Op Amp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



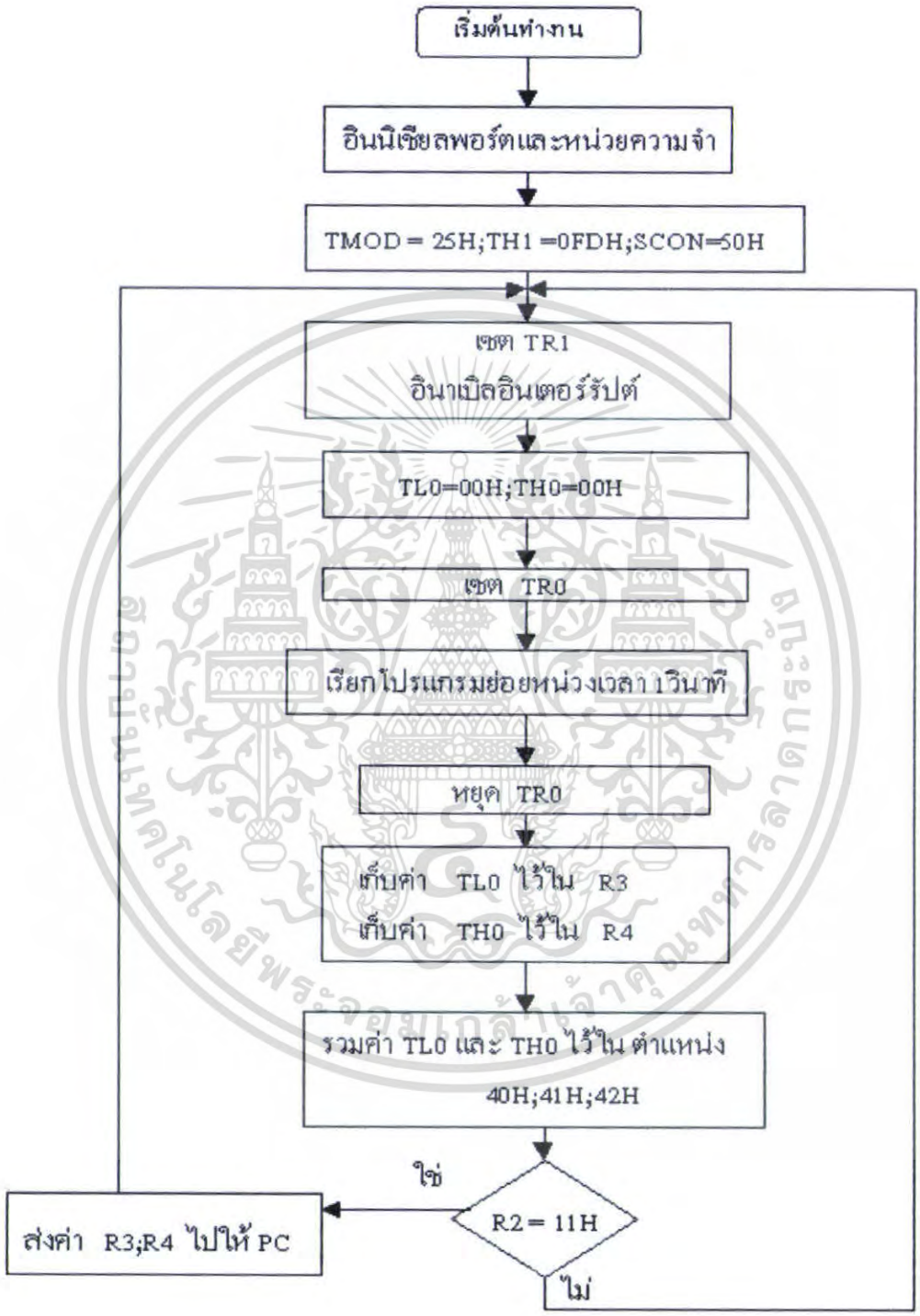
รูปที่ 2.32. วงจร Schematic

รูปวงจรต้นแบบ ขณะวัดความเร็วรอบมอเตอร์ รูปสัญญาณเอาต์พุตของภาคออสซิลเลเตอร์ ณ. สภาวะปกติ รูปสัญญาณเอาต์พุตของภาคออสซิลเลเตอร์ ณ.สภาวะวัดความเร็วรอบมอเตอร์ รูปสัญญาณเอาต์พุตของภาค Averager (หาค่าเฉลี่ย) ณ.สภาวะวัดความเร็วรอบมอเตอร์รูปสัญญาณเอาต์พุตของภาค Comparator & Output ณ.สภาวะวัดความเร็วรอบมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

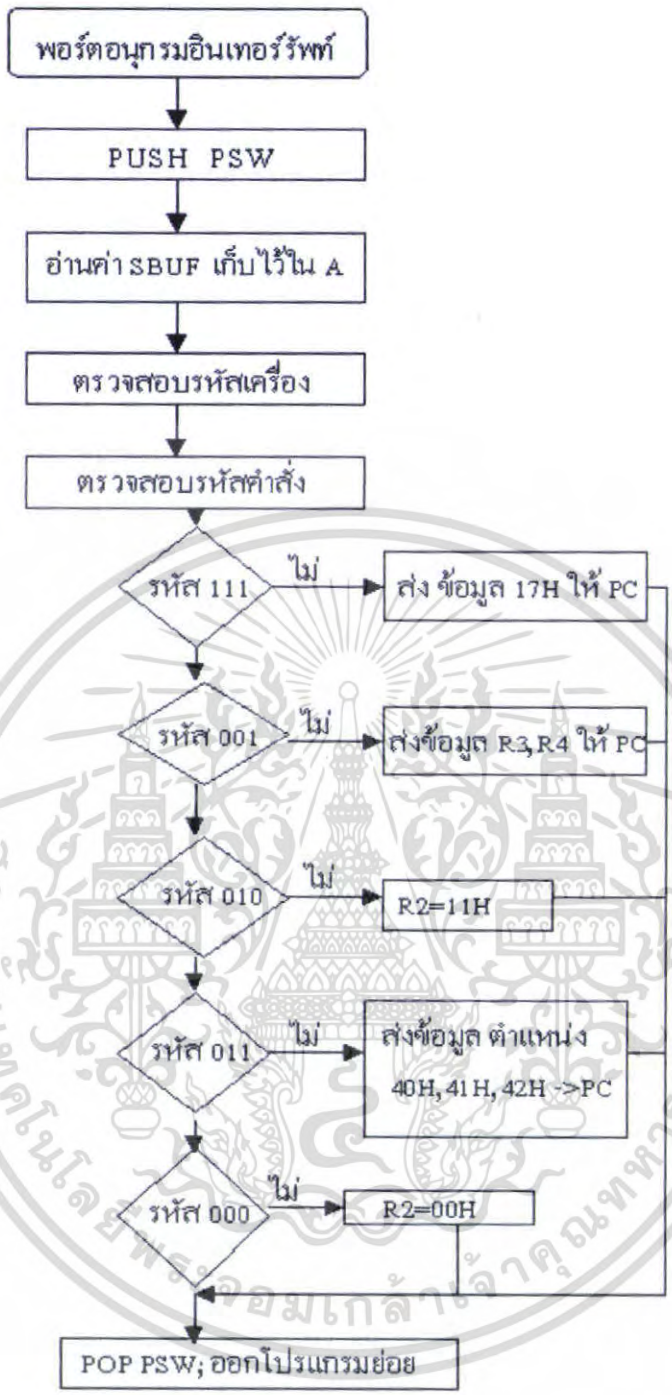
Software จะประกอบด้วยโปรแกรมคำสั่ง 2 ส่วน คือ

1. โปรแกรมด้านไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 2.33. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมด้านไมโครคอนโทรเลอร์

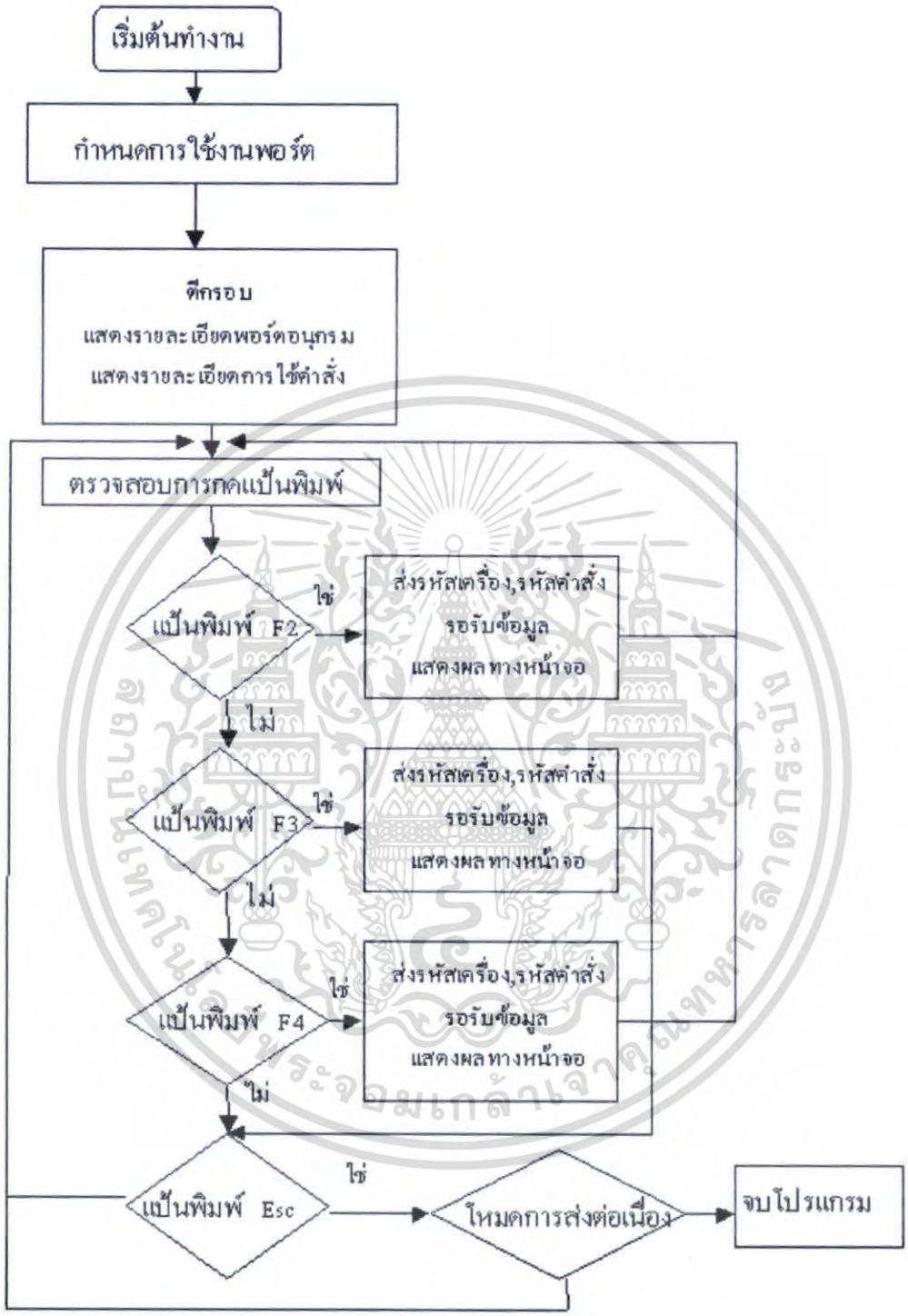
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมย่อยอินเทอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมด้านไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.35. แผนผังโฟล์วชาร์ตโปรแกรมด้านไมโครคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของ MCS – 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยวตระกูล MCS – 51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช (Flash Memory) โดยเหตุผลที่เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS – 51 มีดังนี้ คือ

1. หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบแฟลช ทำให้สามารถลบและเขียนใหม่ได้นับพันครั้ง จึงสามารถใช้งานในรูปแบบของไมโครคอนโทรลเลอร์ชิพเดี่ยวที่ไม่ต้องใช้ความจำภายนอก ส่งผลให้สามารถใช้งานพอร์ตอินพุต และเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2. ทำให้ต้นทุนและเวลาในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพัฒนาจำพวกอีมูเลเตอร์ และเครื่องโปรแกรมอีพรอมท์

3. ผู้ผลิตได้ทำการผลิตไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ออกมาหลายเบอร์ และมีความสามารถแตกต่างกันไป ทำให้มีทางเลือกในการใช้งานสูง

4. ด้วยการใช้หน่วยความจำในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สามารถป้องกันการคัดลอกข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรมได้เป็นอย่างดี

5. ในบางเบอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถโปรแกรมข้อมูลในหน่วยความจำได้โดยที่ไม่ต้องถอนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ออกมาทำการโปรแกรมใหม่ หรือเรียกว่าการโปรแกรมในวงจรหรือในระบบ (In – System Programming) โดยใช้ลักษณะการติดต่อแบบ SPI (Serial Peripheral Interface) ทำให้การพัฒนา หรือการซ่อมบำรุงตลอดจนการปรับปรุง หรือการอัพเกรดข้อมูลในหน่วยความจำโปรแกรมทำได้อย่างสะดวกภายใต้งบประมาณที่ไม่สูงนัก

6. ชุดคำสั่งสถาปัตยกรรมพื้นฐานเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 ของผู้ผลิตอื่น ไม่ว่าจะเป็นอินเทล ซีเมน หรือดัลรัส

คุณสมบัติของ MCS – 51 มีดังนี้ คือ

- ต้องการแหล่งจ่ายไฟ +5 โวลต์ชุดเดียว
- มีหน่วยความจำโปรแกรม (Program Memory) ขนาด 5 กิโลไบท์ สำหรับเบอร์ 8051 และสำหรับเบอร์ 8031 และเบอร์ 8032 นั้นไม่มีหน่วยความจำชุดนี้ ส่วนเบอร์ 8052 มีความจำถึง 8 กิโลไบท์
- มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล (Data Memory) ขนาด 128 ไบท์ สำหรับเบอร์ 8052 มี 256 ไบท์
- หน่วยความจำสำหรับโปรแกรม และข้อมูล (Program Memory and Data Memory) แยกกันอย่างละ 64 ไบท์
- คำสั่งที่ใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1 ไมโครวินาที เมื่อทำงานที่ความถี่ 12 เมกกะเฮิร์ต
- มีไทม์เมอร์ / เคาน์เตอร์ ขนาด 16 บิต 2 ชุด (สำหรับเบอร์ 8052 มี 3 ชุด) ทำงาน 4 โหมด
- รับอินเตอร์รัปได้ 6 แหล่ง 5 เวคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีพอร์ตรับส่งข้อมูลอนุกรม (UART) 2 พอร์ต ทั้งรับและส่งในเวลาเดียวกัน (Full Duplex) เลือกรูปแบบการส่งข้อมูลได้ 4 โหมด
- มีคำสั่งในการทำ AND , OR หรือ Complement ได้ทั้งแบบ 8 บิตและ 1 บิต

การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต

เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 เป็นแบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุต และเอาต์พุต ดังนั้นจึงมีความจำดีเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 แบบแฟลช

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุตต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล “1” มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุต เพื่อหยุดการทำงานของเฟตที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัพภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิก “1” สามารถรับสัญญาณลอจิก “0” จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ CPU มาอ่านค่าเข้าไปเมื่อเป็นเช่นนี้อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS – 51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก “0” จะดีและสะดวกที่สุด

การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต

โดยปกติแล้วขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปอย่างง่ายดายและตรงไปตรงมา กล่าวคือ เมื่อต้องการข้อมูล “0” ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล “0” ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็ส่งต่อไปขับเฟตทำให้เฟตทำงานที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก “0” ขึ้น ในทางตรงข้ามหากต้องการส่งข้อมูล “1” ออกไปก็ให้เขียน “1” ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ขาของพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัพภายใน เกิดเป็นลอจิก “1” ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมากเพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่เอาต์พุตแต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS -51 แบบแฟลชเป็นพอร์ตเอาต์พุตแต่ละขา (หรือแต่ละบิต) ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแส หรือเรียกว่า กระแสซอร์ส (Source Current) ได้สูงสุด 10 mA. และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA. สำหรับพอร์ต 0 ได้ 15 mA. สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้ทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสรวมกันได้สูงสุด 71 mA. ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแส จึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

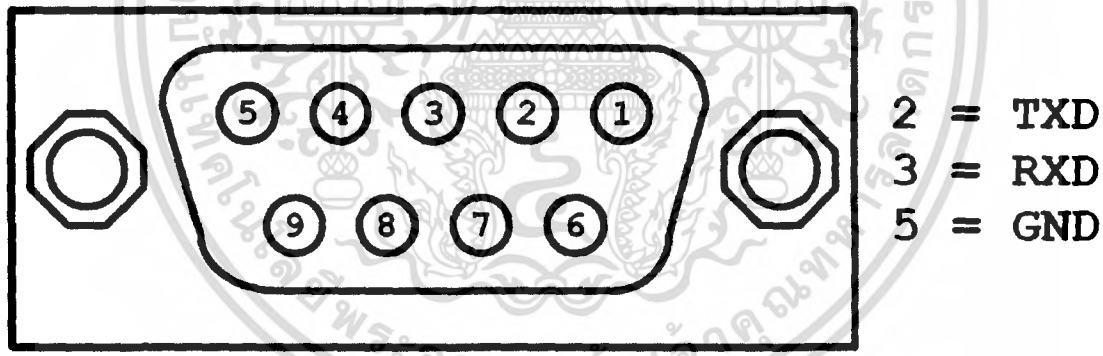
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสั่งงานบอร์ดด้วยพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232

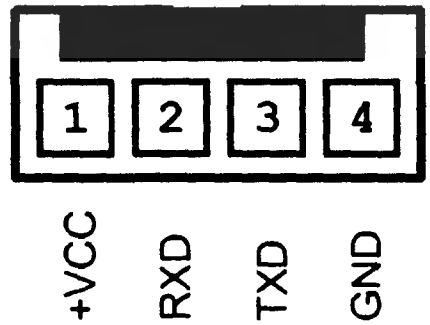
สำหรับการสื่อสารกับบอร์ดนั้นจะใช้รูปแบบของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม โดยสามารถเลือกกำหนดใช้งานได้หลายรูปแบบโดยสามารถเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อสัญญาณได้ทั้งแบบ Point-to-Point (RS232 หรือ RS422) และ Network RS485 แบบ Multi-Drop โดยใช้ Single Master Control สำหรับการสื่อสารอนุกรม ที่ใช้นั้นเป็นการสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 โดยข้อกำหนดในการเลือกใช้งานการสื่อสารอนุกรมนั้นสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

การสื่อสารอนุกรมแบบ RS232

ในการใช้งานแบบ RS232 นั้น จะต้องทำการติดตั้งไอซี Line Driver สำหรับการสื่อสารแบบ RS232 หรือ MAX232 ให้เรียบร้อย จากนั้นจึงทำการกำหนด Jumper สำหรับเลือกรูปแบบของ Line Driver (RS232/RS485) ไว้ทางด้านของ RS232 ให้เรียบร้อย ก็สามารถทำการรับส่งข้อมูลกับบอร์ดด้วยสัญญาณแบบ RS232 ได้แล้ว โดยในการเชื่อมต่อสายสัญญาณนั้น จะใช้สายเพียง 3 เส้น คือ RXD,TXD และ GND ตามลำดับ โดยในการเชื่อมต่อสัญญาณนั้น จะต้องต่อสัญญาณรับข้อมูล (RXD) และ สัญญาณส่งข้อมูล (TXD) สลับกันกับอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วย กล่าวคือ สัญญาณ RXD ของบอร์ด โดยนำไปต่อเข้ากับสัญญาณ TXD ของอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วย และในทำนองเดียวกันก็จะต้องเชื่อมต่อสัญญาณ TXD ของบอร์ดไปเข้ากับสัญญาณ RXD ของอุปกรณ์ที่จะนำมาเชื่อมต่อด้วย ส่วน GND จะต่อตรงถึงกันโดยขั้วต่อสัญญาณ RS232 จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ CPA-4PIN และ DB9-Female โดยมีรูปแบบการจัดเรียงสัญญาณดังต่อไปนี้



(DB9 ตัวเมีย บนบอร์ด)



(CPA 4Pin ตัวผู้ บนบอร์ด)

รูปที่ 2.36. การจัดเรียงสัญญาณ RS232 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อสายสัญญาณ RS232 เพื่อใช้งานกับคอมพิวเตอร์ PC

ตามปกติแล้วเครื่องคอมพิวเตอร์ PC จะมีพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 จัดเตรียมไว้ให้ใช้งานอยู่แล้ว ซึ่งขั้วต่อสัญญาณของพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบ RS232 ของคอมพิวเตอร์ PC นั้น จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ DB9 ตัวผู้ และ DB25 ตัวผู้ โดยการต่อสายระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ PC กับบอร์ดนั้นจะใช้สายเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ RXD, TXD และ GND ซึ่งการเชื่อมต่อสายสามารถกระทำได้ดังนี้

DB9 ตัวเมีย สำหรับต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC		DB9 ตัวผู้ สำหรับต่อกับบอร์ด ET-REMOTE I/O
2 = RXD	←	2 = TXD
3 = TXD	→	3 = RXD
4 = DTR		4 = NC
5 = GND	↔	5 = GND
6 = DSR		6 = NC
7 = RTS		7 = NC
8 = CTS		8 = NC

DB25 ตัวเมีย สำหรับต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC		DB9 ตัวผู้ สำหรับต่อกับบอร์ด ET-REMOTE I/O
3 = RXD	←	2 = TXD
2 = TXD	→	3 = RXD
20 = DTR		4 = NC
7 = GND	↔	5 = GND
6 = DSR		6 = NC
4 = RTS		7 = NC
5 = CTS		8 = NC

หมายเหตุ

- ขั้วต่อ DB9 ตัวเมียด้านที่จะต่อกับคอมพิวเตอร์ ให้ Short ขา 4 เข้ากับขา 6 และ Short ขา 7 เข้ากับขา 8 ด้วย
- ขั้วต่อ DB25 ตัวเมียด้านที่จะต่อกับคอมพิวเตอร์ให้ Short ขา 6 เข้ากับขา 20 และ Short ขา 4 เข้ากับขา 5 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

การจราจรในแต่ละพื้นที่จะไม่เหมือนกัน บางพื้นที่การจราจรติดขัดมาก บางพื้นที่ไม่มีปัญหารถติดเลย ดังนั้นเราจึงได้มีการแบ่งรูปแบบการจราจรแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ

1. การจราจรที่มีปัญหารถติดมากๆ (เคลื่อนตัวได้ช้ามาก)
2. การจราจรที่มีรถน้อยมาก (แทบจะไม่มีรถเลย)
3. การจราจรที่มีปริมาณรถที่หนาแน่น แต่เคลื่อนตัวได้

ในการพิจารณาถึงเรื่องการควบคุมการเปิด ปิดไฟนั้น ได้คำนึงถึงเรื่องความเป็นไปได้ที่สามารถใช้งานได้จริง เราจึงกำหนดให้แบบที่ 1 เข้าสู่การทำงานในรูปแบบ Manual ส่วนแบบที่ 2 และแบบที่ 3 นั้นเป็นแบบที่สามารถควบคุมได้ด้วยระบบจึงให้แบบที่ 2 และแบบที่ 3 เป็นการทำงานในรูปแบบ Automatic

ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในตอนต้นว่ารูปแบบของการควบคุมไฟจราจรมี 2 รูปแบบคือ ออโตเมติก (Automatic) และแบบแมนวล (Manual) ดังนั้นจึงแยกพิจารณาการควบคุมการการเปิด-ปิดไฟจราจรดังนี้

1. การทำงานในรูปแบบ Manual

โดยรูปแบบการควบคุมไฟจราจรจะขึ้นอยู่กับปริมาณความหนาแน่นของรถในช่วงนั้นๆ รวมทั้งปริมาณรถและสถิติข้อมูลที่ได้จากสำนักการจราจรและขนส่ง (สจส.) จะแบ่งโหมดออกเป็น 8 โหมดโดยพิจารณาจากรูปแบบสัญญาณไฟจราจรกรณีที่เป็น 4 แยกดังต่อไปนี้

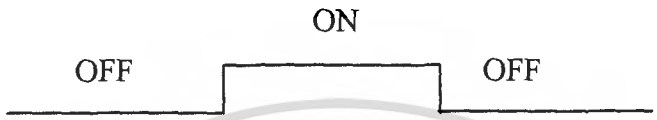
โหมดที่ 1 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 1
โหมดที่ 2 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 2
โหมดที่ 3 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 3
โหมดที่ 4 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 4
โหมดที่ 5 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 5
โหมดที่ 6 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 6
โหมดที่ 7 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 7
โหมดที่ 8 ดังรูปสัญญาณไฟจราจรแบบที่ 8

สามารถนำไปกำหนดการควบคุมสัญญาณไฟจราจรได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในส่วนห้องควบคุม และยังสามารถเลือกแยกการจราจรที่จะเปิด-ปิดสัญญาณไฟได้ตามต้องการ โดยสามารถเซตค่าการเปิด-ปิดในแต่ละแยกได้แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปริมาณรถยนต์หรือช่วงเวลานั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทำงานในรูปแบบ Automatic

การทำงานในรูปแบบ Automatic จะสัมพันธ์กับเซ็นเซอร์ (Sensor) ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณรถยนต์รวมทั้งความเร็วรถยนต์ในเส้นทางนั้นๆ หลักการทำงานของเซ็นเซอร์คือ บริเวณส่วนหัวของเซ็นเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำกล่าวคือ เมื่อมีวัตถุผ่านเซ็นเซอร์ เซ็นเซอร์จะอยู่ในสถานะเป็น “1” แต่ถ้าไม่มีวัตถุผ่านเซ็นเซอร์เลย เซ็นเซอร์จะอยู่ในสถานะเป็น “0” มีลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse) นั่นเอง



รูปที่ 3.1. ลักษณะเอาต์พุตของเซ็นเซอร์

ข้อมูลที่ได้จากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยผ่านบอร์ด Microcontroller ทางพอร์ต input แล้วส่งข้อมูลไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณด้วยโปรแกรมที่เขียนไว้ และข้อมูลจะถูกส่งกลับมายังบอร์ด Microcontroller อีกครั้ง เพื่อสั่งการให้เปิด ปิดสัญญาณไฟจราจรตามเงื่อนไขที่กำหนด ซึ่งสัญญาณไฟจราจรจะทำการเปิด ปิดในแต่ละถนนเป็นแบบซีคเว็นซ์ (Sequence) ซึ่งจะกำหนดให้ทำงานเรียงกันไปแต่ละแยกแล้วแต่จะกำหนดให้เป็นแบบตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกาก็ได้ และจะกำหนดให้ถนนด้านที่สัญญาณไฟจราจรเป็นไฟเขียวนั้นมีเซ็นเซอร์ทำงานเพียงด้านเดียว ซึ่งเซ็นเซอร์จะรับส่งข้อมูลโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ตลอด โดยเครื่องคอมพิวเตอร์จะคำนวณระยะเวลาที่มีรถแล่นผ่านเซ็นเซอร์ ซึ่งทำการโปรแกรมช่วงเวลาไว้เป็นเงื่อนไขว่าถ้าจำนวนรถที่แล่นผ่านเซ็นเซอร์ขาดช่วงไปเป็นเวลา 5 วินาที เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Microcontroller เพื่อสั่งให้สัญญาณไฟจราจรที่เป็นไฟเขียวอยู่เปลี่ยนสถานะ การทำงานเป็นสัญญาณไฟแดงแล้วให้ถนนด้านถัดไปเปลี่ยนสถานะจากไฟแดงเป็นไฟเขียวต่อไป โดยจะมีการทำงานเหมือนเดิม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถนนด้านที่มีจำนวนรถมากบอร์ด Microcontroller ก็จะสั่งให้สัญญาณไฟจราจรทำงานในสถานะที่ไฟเขียวนานตามปริมาณรถ ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทำงานในส่วนของกรณีที่การจราจรไม่ติดขัดมากนี้จะทำให้ปริมาณรถมีความสัมพันธ์กับการทำงานของสัญญาณไฟจราจร ซึ่งจะส่งผลให้ผู้ใช้ถนนในฝั่งที่มีปริมาณรถที่มากกว่านั้นไม่ต้องรอสัญญาณไฟจราจรนานโดยไร้ประโยชน์เนื่องจากถ้าฝั่งที่มีรถน้อยๆ มีสัญญาณไฟจราจรเป็นไฟเขียวนานเกินไปนั่นเอง

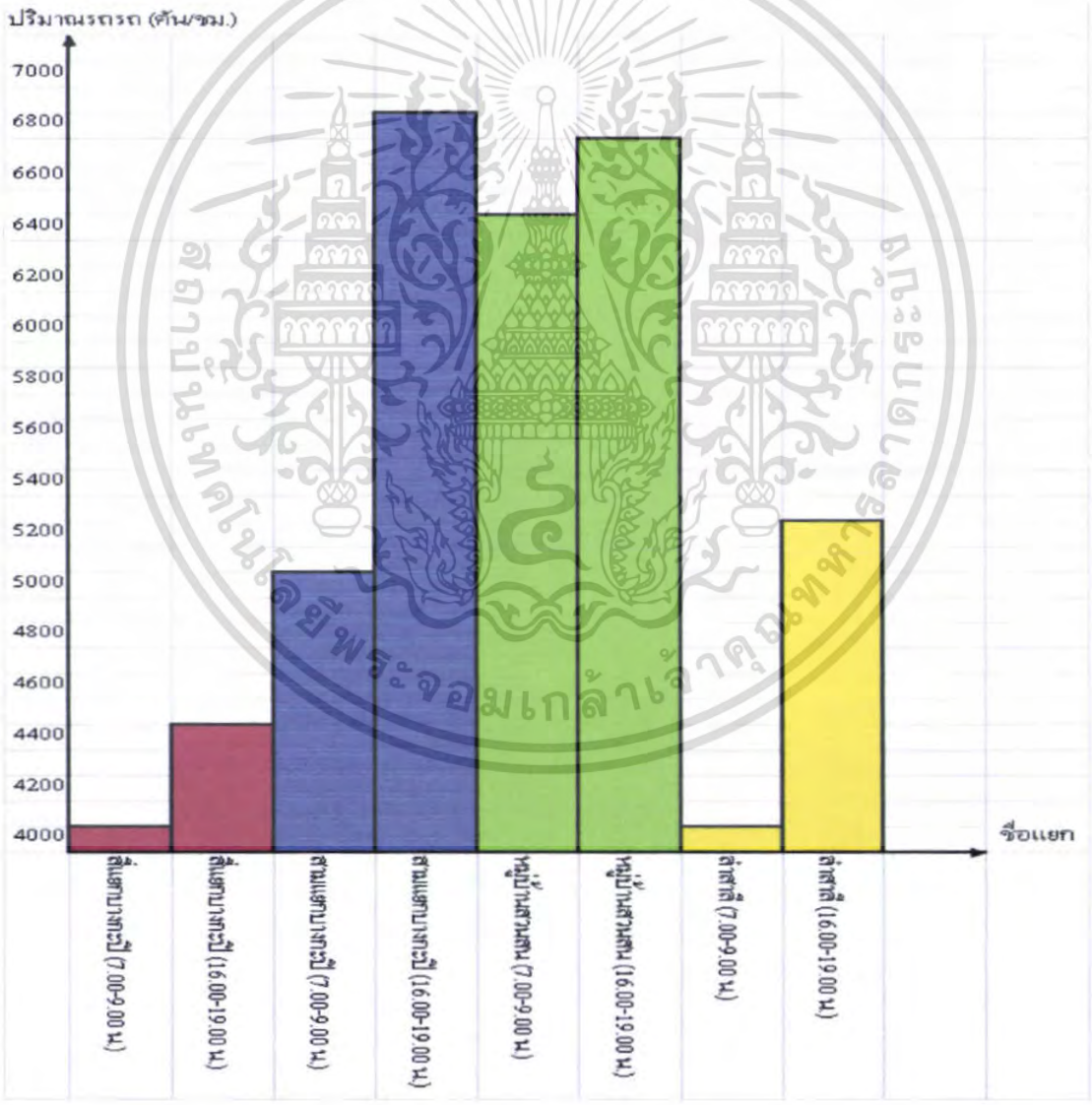
เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าการทำงานในโหมดนี้จะใช้ได้อย่างมีประโยชน์ และมีประสิทธิภาพในสภาพการจราจรที่ไม่หนาแน่นมาก และจะยังสามารถช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุจากการที่มีรถฝ่าสัญญาณไฟแดงเนื่องจากทนรอสัญญาณไฟจราจรนานไม่ได้อีกด้วย ซึ่งในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัตินี้ยังสามารถที่จะช่วยให้การจราจรที่ไม่หนาแน่นมากนักคล่องตัวดีขึ้น เนื่องจากจะช่วยระบายรถในฝั่งที่มีรถแล่นได้เรื่อยๆ ไม่ให้มาติดอยู่ที่บริเวณแยกโดยเปล่าประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการที่ได้ไปสำรวจและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริง สามารถนำมาพล็อตกราฟได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณทางแยกขาเข้าช่วงเวลาเร่งด่วน ปี 2550

ชื่อทางแยก	ชื่อถนน	ปริมาณจราจรช่วงเวลาเร่งด่วน (คัน/ชม.)	
		เวลาเร่งด่วนเช้า (7.00 – 9.00 น.)	เวลาเร่งด่วนเย็น (16.00 – 19.00 น.)
สี่แยกบางกะปิ	สุขาภิบาล1- สุขาภิบาล2	4104	4582
สามแยกบางกะปิ	ลาดพร้าว	5127	6926
หมู่บ้านสวนสน	นวมินทร์ - รามคำแหง	6519	6845
ลำสาลี	ศรีนครินทร์	4122	5286



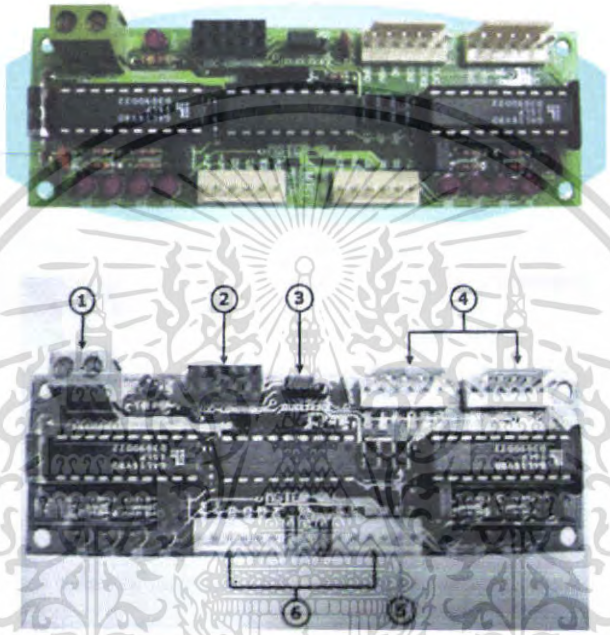
รูปที่ 3.2. ปริมาณจราจร (ไม่รวมจักรยานยนต์) บริเวณทางแยกขาเข้าช่วงเวลาเร่งด่วน ปี 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stepping Motor Driver

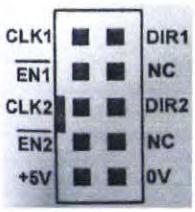
เนื่องจากทางผู้จัดทำต้องการลดภาระงานการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ชุดโมดูล MStep – 2U ซึ่งสามารถขับมอเตอร์แบบ Unipolar (5 สาย / 6 สาย) ได้ถึง 2 ตัว และแต่ละชุดจะใช้สายสัญญาณควบคุมเพียง 3 เส้น คือ CLK, EN และ DIR และยังสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้ทั้ง 1 Phase, 2 Phase และ Half Step ได้ตามที่ต้องการ

โครงสร้างและส่วนประกอบ



รูปที่ 3.3. โครงสร้างและส่วนประกอบของชุด Stepping Motor Driver

1. V – Motor : พอร์ตสำหรับป้อนแรงดันไฟเลี้ยงให้กับสเต็ปปิ้งมอเตอร์
2. IDC – Control : พอร์ตสัญญาณควบคุมการทำงานขนาด 10 ขา โดยจัดเรียงพอร์ตเพื่อให้สามารถอินเตอร์เฟสร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆ ได้และมีการจัดเรียงขาพอร์ตดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4. การจัดเรียงขาพอร์ตของ IDC – Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLK1 = สัญญาณนาฬิกา (Clock) ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ชุดที่ 1

DIR1 = สัญญาณควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ชุดที่ 1

EN1 = สัญญาณ Enable เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ชุดที่ 1 ทำงานที่ลอจิก "0"

CLK2 = สัญญาณนาฬิกา (Clock) ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ชุดที่ 2

DIR2 = สัญญาณควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ชุดที่ 2

EN2 = สัญญาณ Enable เพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ชุดที่ 2 ทำงานที่ลอจิก "0"

+5 v = แรงดันไฟเลี้ยงวงจรภายในบอร์ด

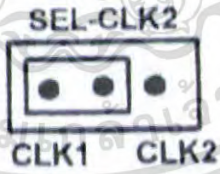
0 v = กราวด์

NC = No – Connect ไม่เชื่อมต่อกับสัญญาณใดๆ

3. SEL – SCK2 : จั๊มเปอร์เลือกสัญญาณ Clock เพื่อควบคุมวงจรขับชุดที่ 2 โดยสามารถเลือกเป็น CLK1 หรือ CLK2 ดังนี้

รูปที่ 3.5. จั๊มเปอร์เลือกสัญญาณ Clock เป็น CLK1

- เลือก CLK1 เมื่อต้องการให้วงจรขับมอเตอร์ทั้งสองชุดใช้สัญญาณ Clock ร่วมกันจากสัญญาณที่ขา CLK2 จะไม่มีผลต่อการทำงานของมอเตอร์ชุดที่ 2

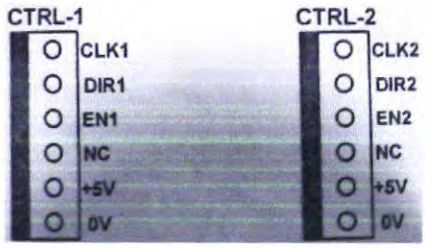


รูปที่ 3.6. จั๊มเปอร์เลือกสัญญาณ Clock เป็น CLK2

- เลือก CLK2 เมื่อต้องการให้วงจรขับมอเตอร์ทั้งสองชุดใช้สัญญาณ Clock อิสระต่อกัน

4. CTRL – 1, CTRL – 2 : พอร์ตสัญญาณควบคุมการทำงานจัดวางขาในด้วยคอนเน็คเตอร์ขนาด 8 ขาดังนี้ โดยมีหน้าที่และการทำงานของแต่ละขาดังที่ได้อธิบายในส่วนของ ICD – Control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7. พอร์ตสัญญาณควบคุมการทำงาน CTRL – 1, CTRL – 2

5. MODE : จั๊มเปอร์เลือกโหมดหรือรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ขึ้นอยู่กับรุ่นของบอร์ดดังนี้
   - รุ่น MStep – 2U สามารถกำหนดรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ได้ 2 แบบคือ 1 Phase และ 2 Phase ดังต่อไปนี้

รูปที่ 3.8. จั๊มเปอร์เลือกรูปแบบการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ของบอร์ดรุ่น MStep – 2U

ตารางที่ 3.2. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ 1 Phase

1 Phase Drive

STEP	PHASE			
	A	B	C	D
1	ON	-	-	-
2	-	ON	-	-
3	-	-	ON	-
4	-	-	-	ON

ตารางที่ 3.3. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ 2 Phase

2 Phase Drive

STEP	PHASE			
	A	B	C	D
1	ON	ON	-	-
2	-	ON	ON	-
3	-	-	ON	ON
4	ON	-	-	ON

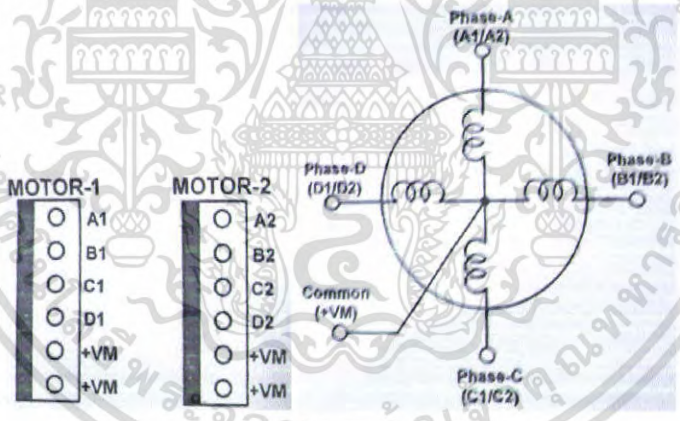
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4. การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแบบ Half Step

Half Step Drive

STEP	PHASE			
	A	B	C	D
1	ON	-	-	-
2	ON	ON	-	-
3	-	ON	-	-
4	-	ON	ON	-
5	-	-	ON	-
6	-	-	ON	ON
7	-	-	-	ON
8	ON	-	-	ON

6. MOTOR – 1, MOTOR – 2 : พอร์ตสำหรับต่อร่วมกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ด้วยคอนเน็คเตอร์ขนาด 6 ขา มีการจัดเรียงขาดังต่อไปนี้

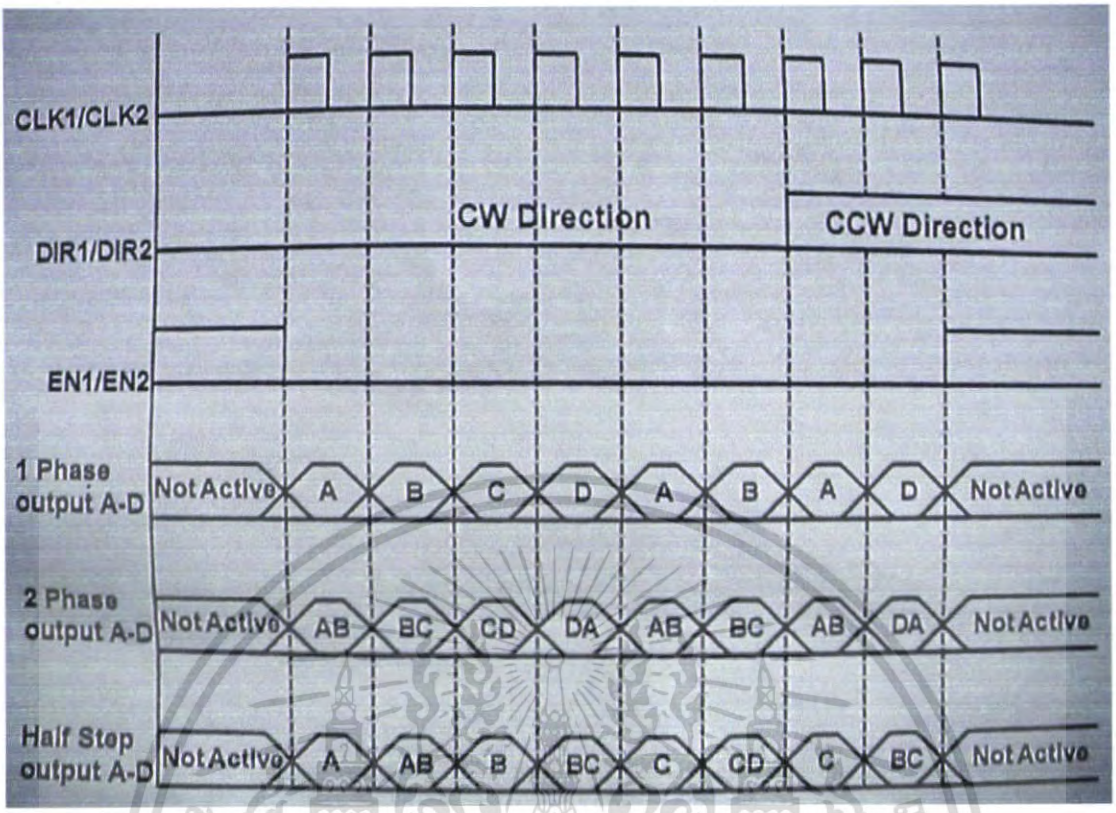


รูปที่ 3.9. การจัดเรียงขาของพอร์ต MOTOR – 1, MOTOR – 2

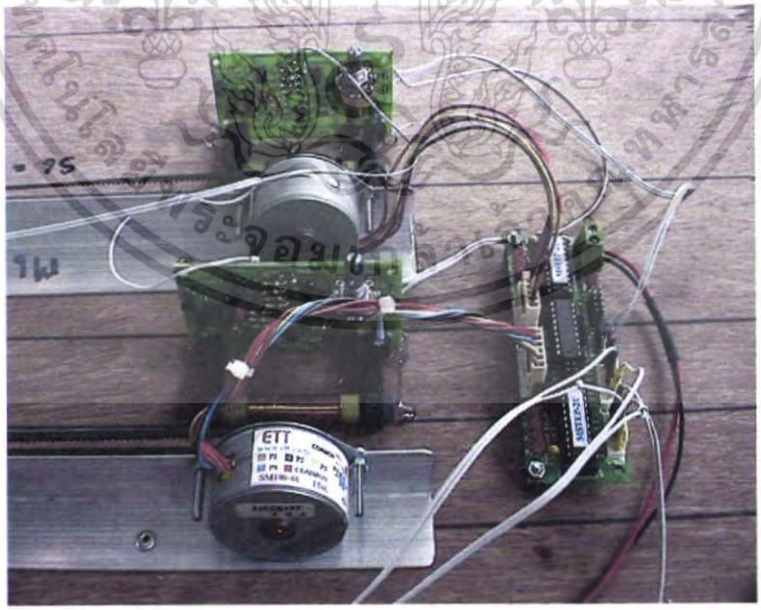
หมายเหตุ : 1. บอร์ด MStep – 2U ใช้วงจรขับมอเตอร์ด้วยไอซี ULN 2803 ซึ่งสามารถขับกระแสโหลดได้สูงสุดที่ 500 mA.

2. แรงดันที่ขั้ว +VM มีค่าเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับบอร์ดผ่านทางขั้ว V - MOTOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



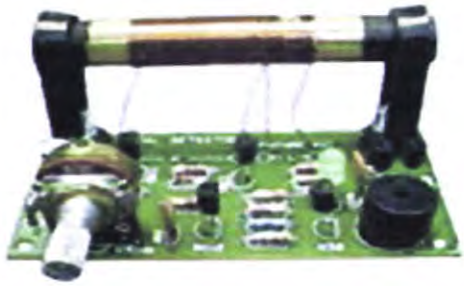
รูปที่ 3.10. ไดอะแกรมแสดงสัญญาณการควบคุมมอเตอร์



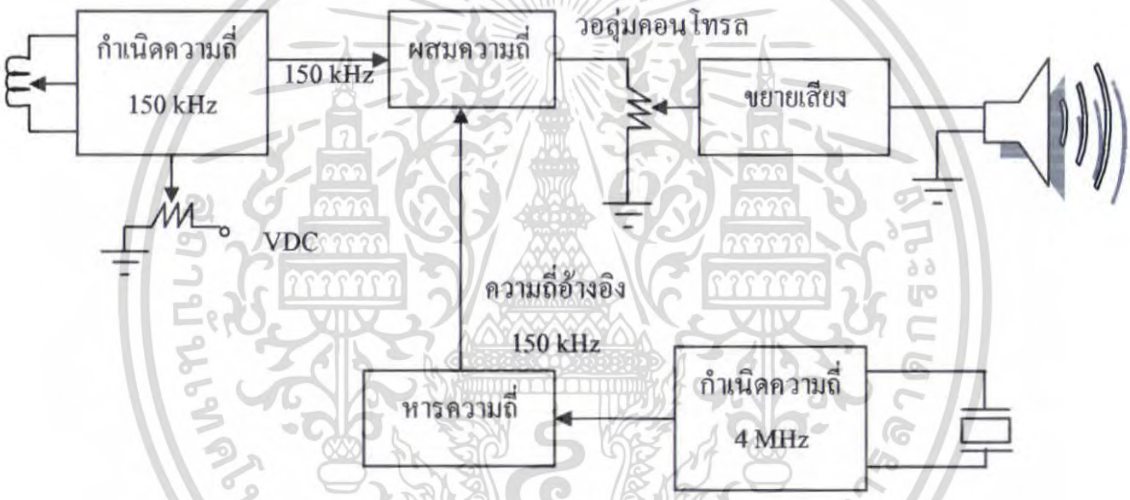
รูปที่ 3.11. ชุดไดร์ฟมอเตอร์ส่งวัตถุโลหะผ่านตัวเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรตรวจจับโลหะ



รูปที่ 3.12. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ



รูปที่ 3.13. การทำงานในรูปแบบแผนผังของเครื่องตรวจจับโลหะ

วงจรตรวจจับโลหะเป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งที่มีประโยชน์มาก สำหรับตำรวจ ทหาร ผู้รักษาความปลอดภัย หรือสำหรับช่างก่อสร้าง ถ้าเป็นตำรวจหรือผู้รักษาความปลอดภัยใช้ตรวจสอบการพกพาอาวุธ เช่น ปืน มีด หรือวัตถุที่เป็นโลหะ เวลาที่ต้องเจาะฝาผนังที่เป็นคอนกรีตจะต้องตรวจดูก่อนว่ามีเหล็กเส้นในฝาผนังนั้นหรือไม่ วงจรนี้สามารถตรวจจับโลหะได้ทุกชนิด เช่น ทองแดง,เงิน,อลูมิเนียม เป็นต้น

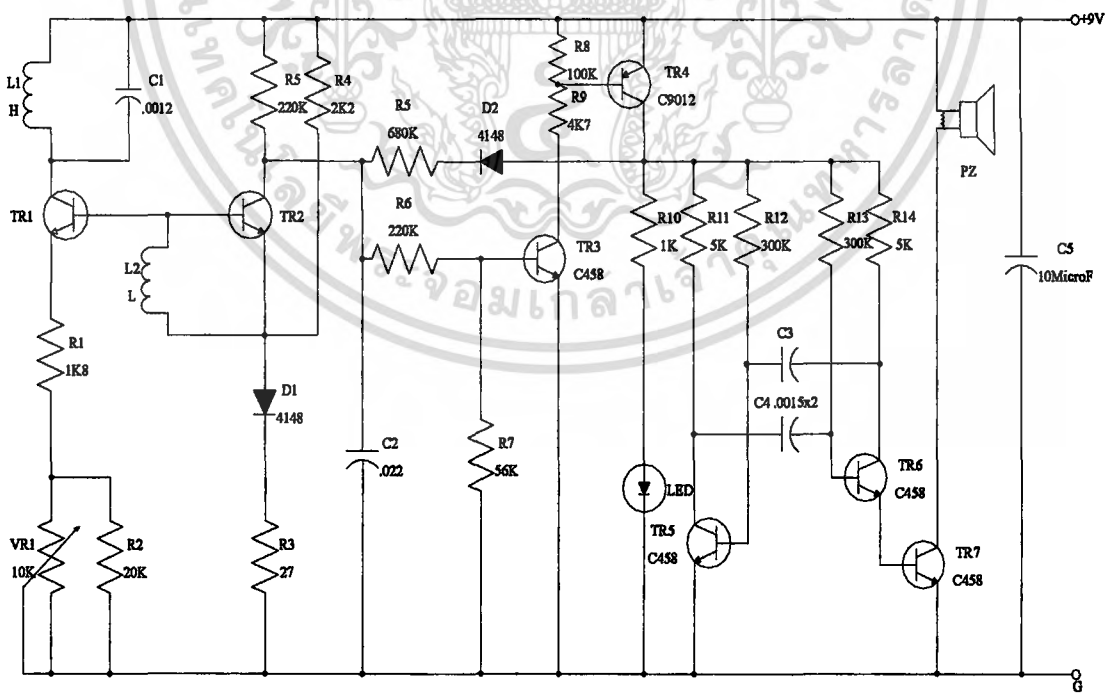
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงาน

เริ่มต้นจากวงจรกำเนิดความถี่ 4 MHz ที่ทำงานโดยส่งความถี่ให้กับวงจรหารความถี่ ทำการหารความถี่จาก 4 MHz ให้เหลือ 150 kHz จากนั้นจึงส่งความถี่ 150 kHz ที่ได้เป็นความถี่อ้างอิง เข้าสู่วงจรผสมคลื่นหรือมิกเซอร์วงจรกำเนิดความถี่อีกส่วนหนึ่งก็คือวงจรกำเนิดความถี่ 150 kHz เพื่อการตรวจสอบโลหะ ซึ่งวงจรนี้สร้างจากวงจรเรโซแนนท์ที่ประกอบด้วยขดลวดเหนี่ยวนำและคาปาซิเตอร์ โดยปกติแล้วในขณะที่ขดลวดตัวตรวจสอบโลหะไม่ได้อยู่ใกล้วัสดุที่เป็นโลหะ วงจรกำเนิดความถี่ ทำให้ความถี่ทั้งสองหักล้างกันพอดี ไม่มีสัญญาณเอาต์พุตส่งออกไปยังภาคขยายเสียงแต่ถ้าหากมีวัสดุใดๆ ที่เป็นโลหะมาอยู่ใกล้ๆกับขดลวดตัวตรวจสอบโลหะ ก็จะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำของขดลวดเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งย่อมส่งผลทำให้ความถี่ที่สร้างขึ้นมาเปลี่ยนแปลงไปด้วย ค่าความถี่จึงไม่ใช่ 150 kHz เหมือนเดิม เมื่อส่งความถี่นี้ไปยังวงจรมิกเซอร์จึงทำให้เกิดค่าความต่างของความถี่ทั้งสองเกิดขึ้น วงจรมิกเซอร์จึงส่งค่าความต่างของความถี่ซึ่งเป็นความถี่ในย่านความถี่เสียง ออกไปยังวงจรขยายสัญญาณเสียงเพื่อขยายออกไปยังลำโพงให้ผู้ใช้ทราบว่าขณะนี้ตรวจเจอวัสดุที่เป็นโลหะแล้ว

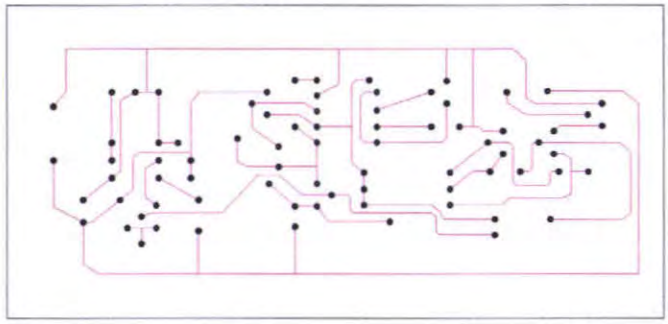
ข้อมูลทางด้านเทคนิค

- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 9 โวลท์ดีซี
- กินกระแสสูงสุดประมาณ 40 มิลลิแอมแปร์ (ขณะทำงาน)
- มีโวลุ่มไว้สำหรับปรับความไวในการตรวจจับวัตถุ
- ระยะในการตรวจจับสูงสุดประมาณ 50 มม.



รูปที่ 3.14. วงจรใช้งานจริงของเครื่องตรวจจับโลหะ

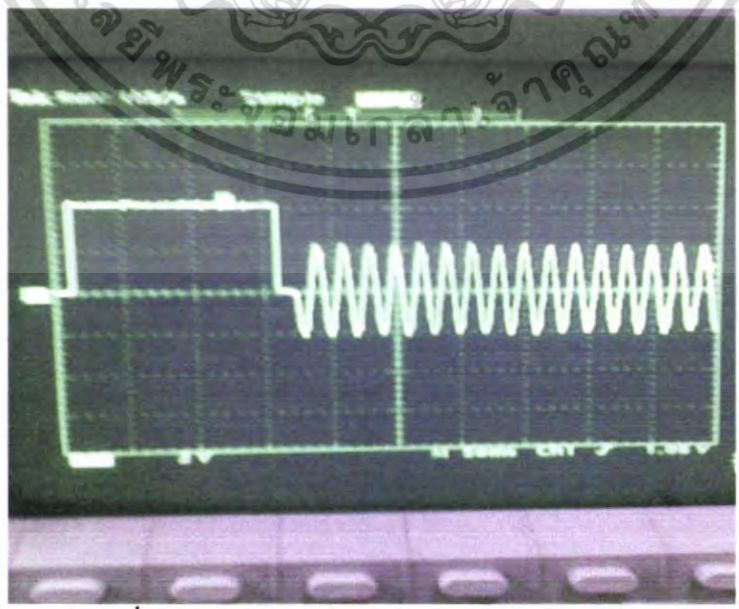
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15. ลายวงจรบนแผ่นปริ้นต์ของเครื่องตรวจจับโลหะ

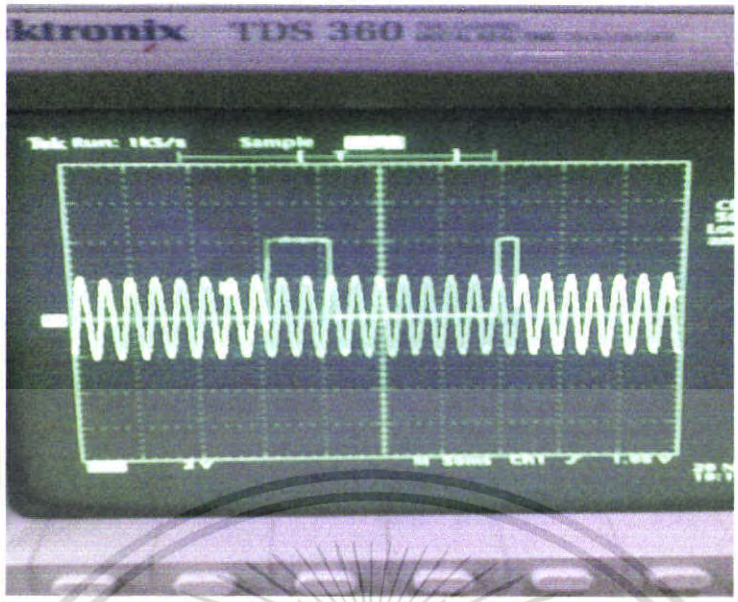
การทำงานของวงจร

TR1, TR2 ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ประมาณ 150 KHz โดยความถี่นี้ขึ้นอยู่กับ L1 และ C1 เมื่อ L1 ออสซิเลทจะเหนี่ยวนำไฟฟ้ามาที่ขด L2 จึงทำให้ TR2 นำกระแสได้ ที่ขา C ของ TR2 จะมีความถี่เท่ากับ ขา C ของ TR1 แต่ในวงจรนี้มี C2 ฟิลเตอร์ความถี่นั้นหายไปหมด ดังนั้นที่ขา C ของ TR2 จึงมีไฟต่ำมาก ดังนั้น TR3 จึงไม่สามารถทำงานได้ เมื่อ L1 อยู่ใกล้โลหะ ก็จะมีการเหนี่ยวนำไปที่โลหะด้วยแรงเหนี่ยวนำมาที่ขด L2 จึงน้อยลง TR2 จึงไม่สามารถทำงานได้ขา C ของ TR2 จึงมีไฟสูงขึ้น TR3, TR4 ก็จะนำกระแสขา C ของ TR2 จึงมีไฟสูงขึ้น TR3, RR4 ก็จะนำกระแสขา C ของ TR4 จึงมีไฟสูง LED1 ก็จะติด TR5, TR6, TR7 ก็จะทำงาน TR5, TR6 ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ส่งเข้า TR7 เพื่อขับไดนามิคบัซเซอร์ให้ดังขึ้น สำหรับ VR1 นั้นมีหน้าที่ปรับความไวในการตรวจ



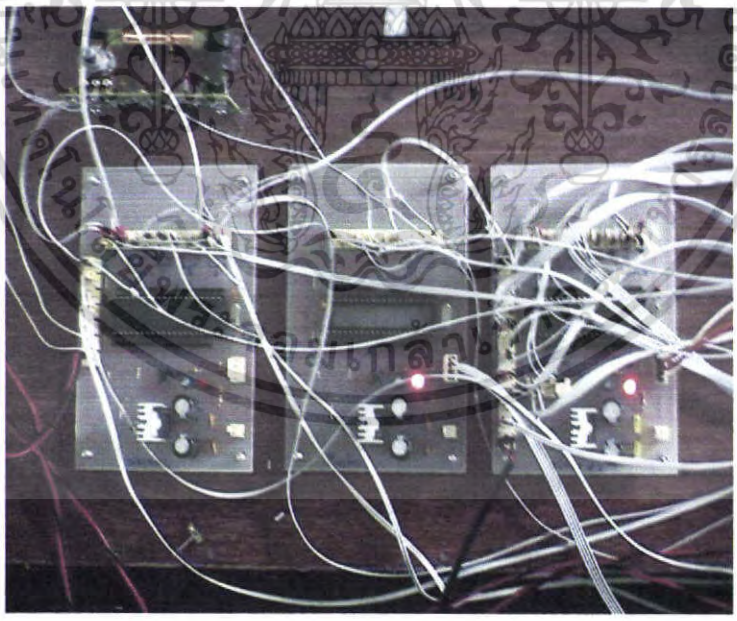
รูปที่ 3.16. การตรวจจับสัญญาณพบโลหะของ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



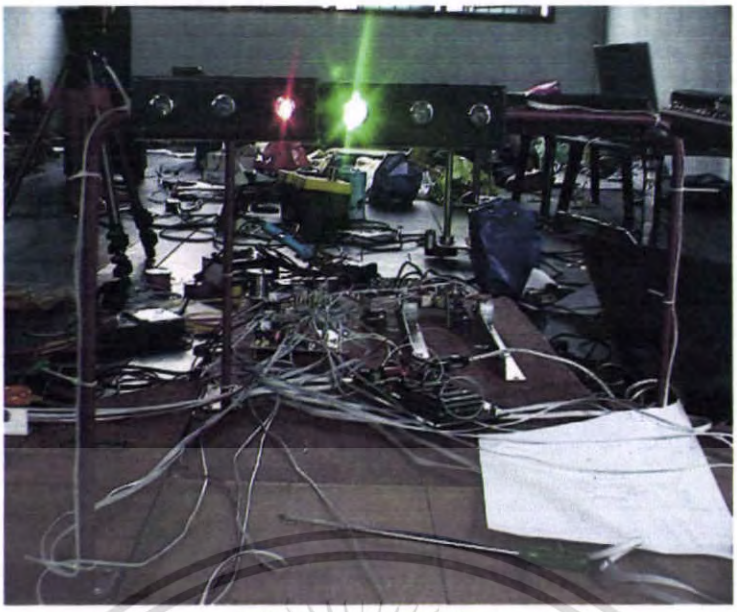
รูปที่ 3.17. การตรวจจับสัญญาณไม่พบโลหะของ Sensor

ในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นในการทดลองจะใช้ในการทำงานร่วมกัน 3 บอร์ด คือ บอร์ด Master, Slave1 และ Slave2 ดังรูป

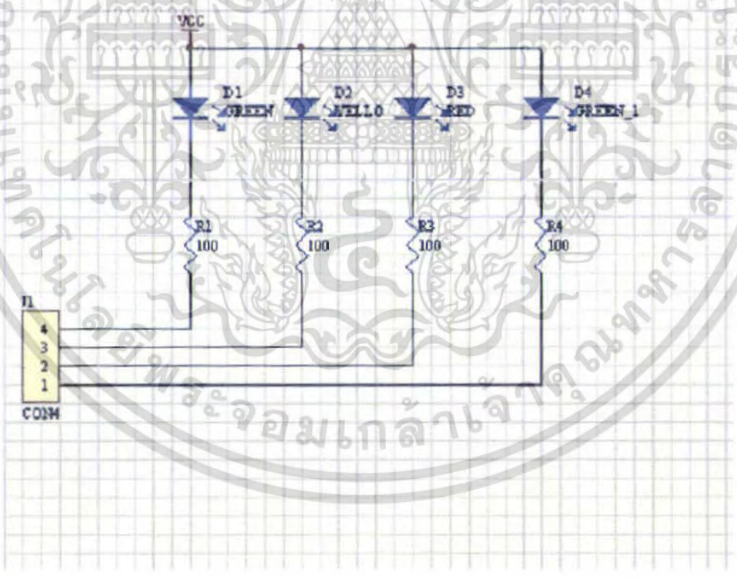


รูปที่ 3.18. ชุดบอร์ดไมโคร MCS-51 ควบคุมสัญญาณไฟจราจรและ Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

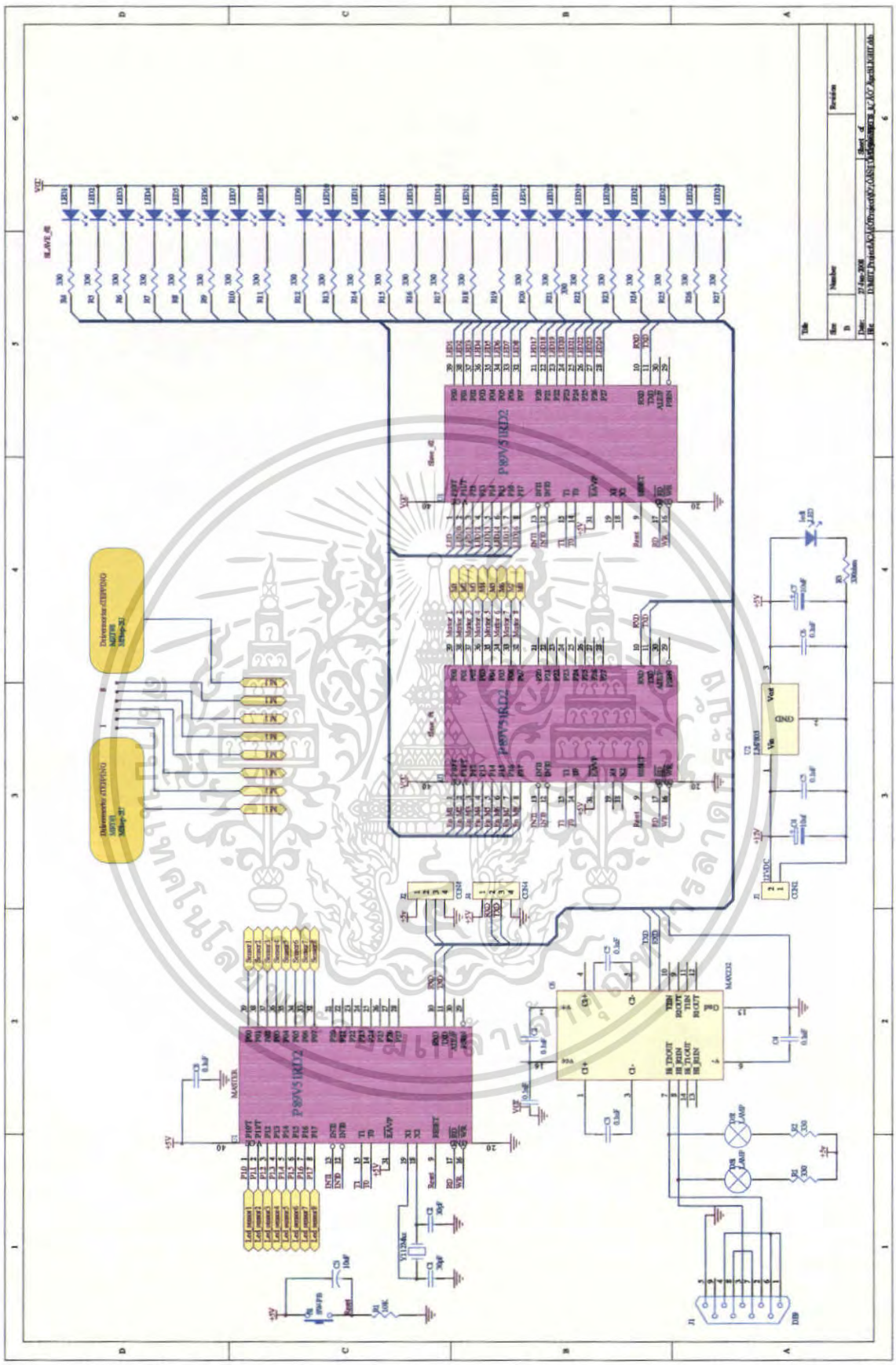


รูปที่ 3.19. ชุดไฟ LED แทนไฟ จราจร



รูปที่ 3.20. ชุดไฟ LED ขนาด 10 มิลลิเมตร

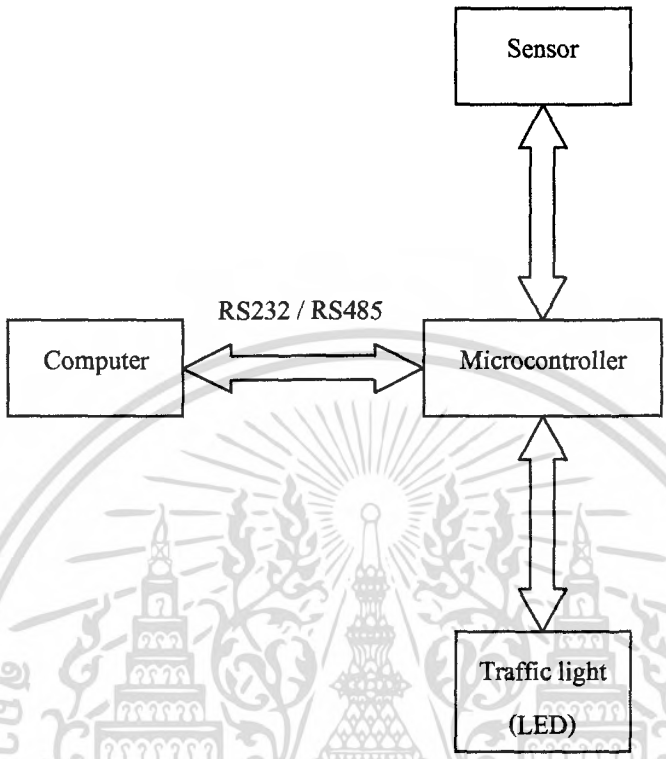
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21. วงจรไฟรวม

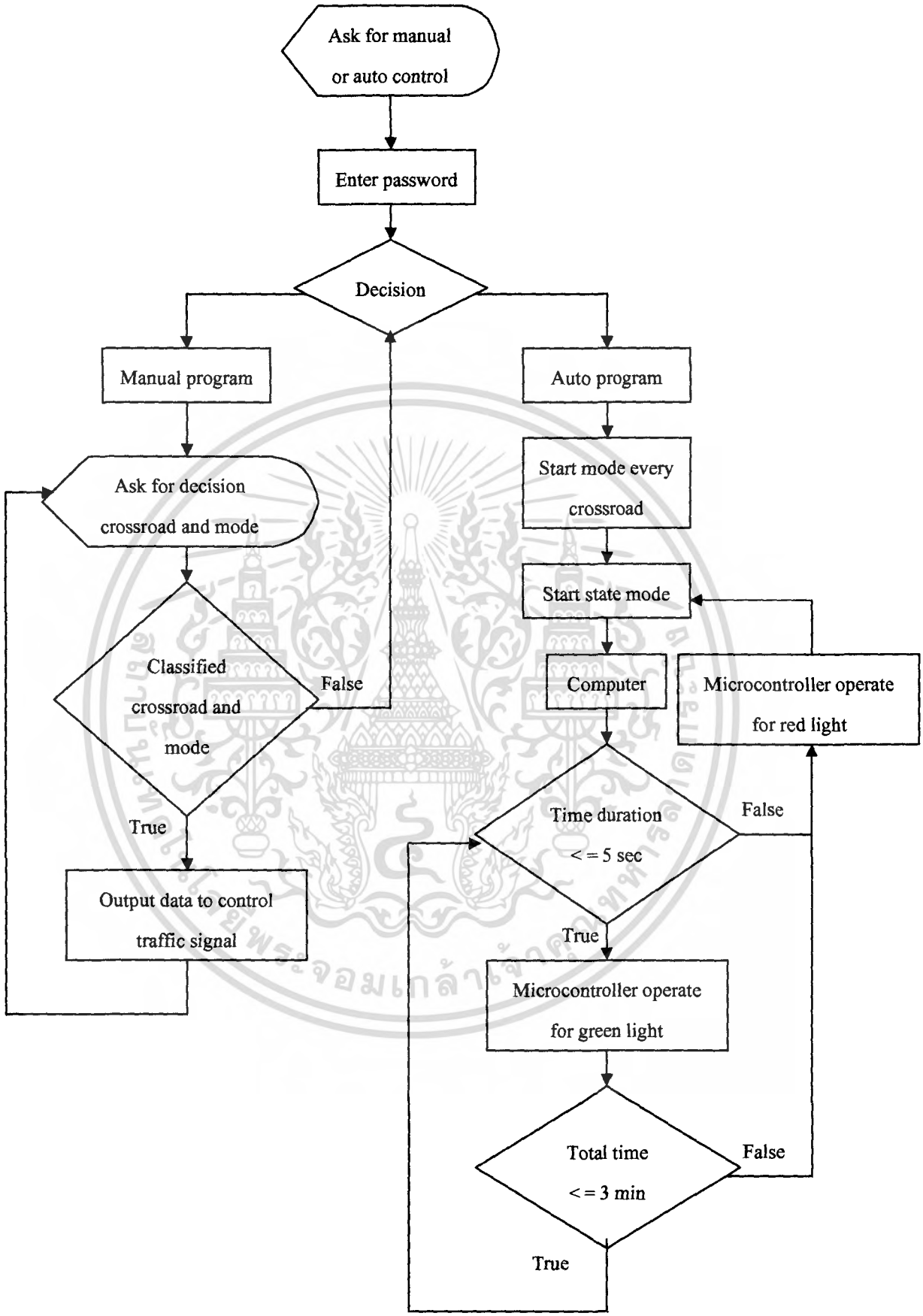
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram และ Flow chart โปรแกรมหลักควบคุมโดย คอมพิวเตอร์ (PC)



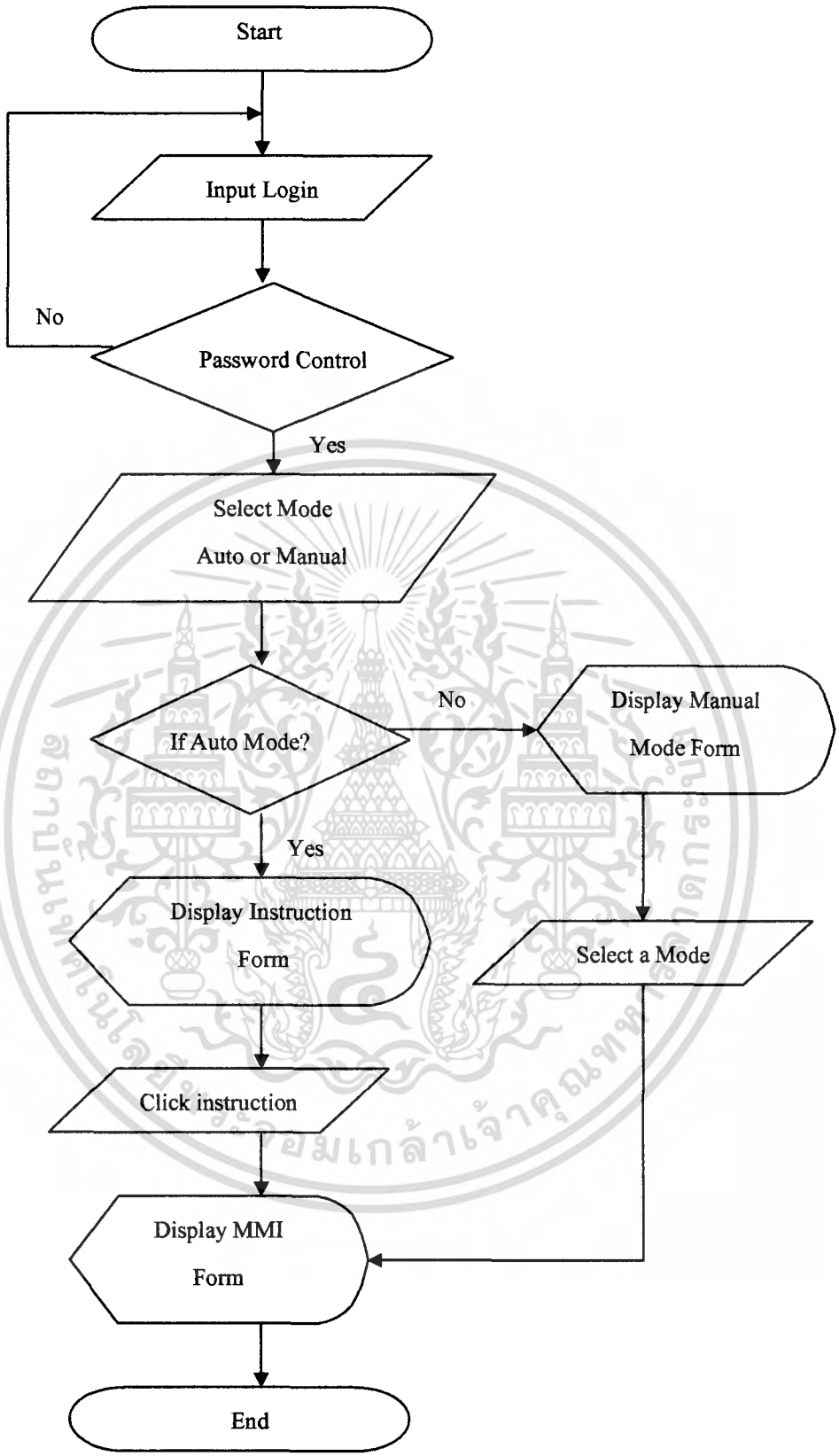
รูปที่ 3.22. บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23. Flow chart โปรแกรมควบคุมหลัก

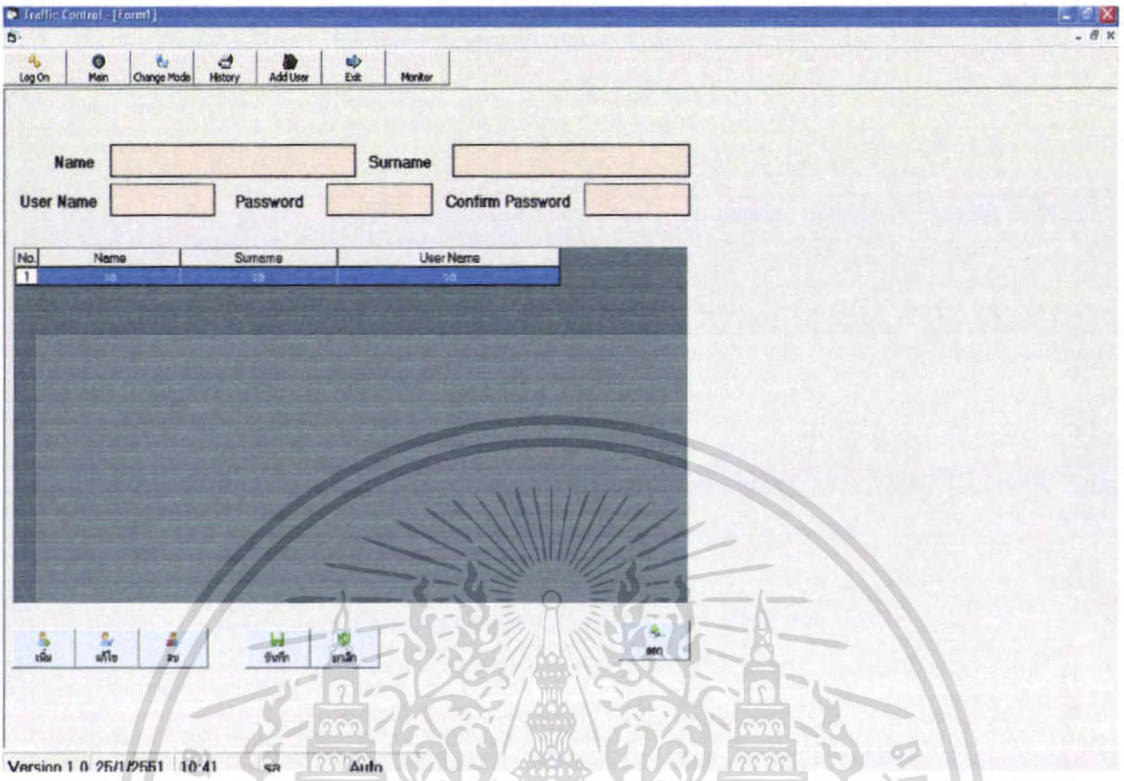
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



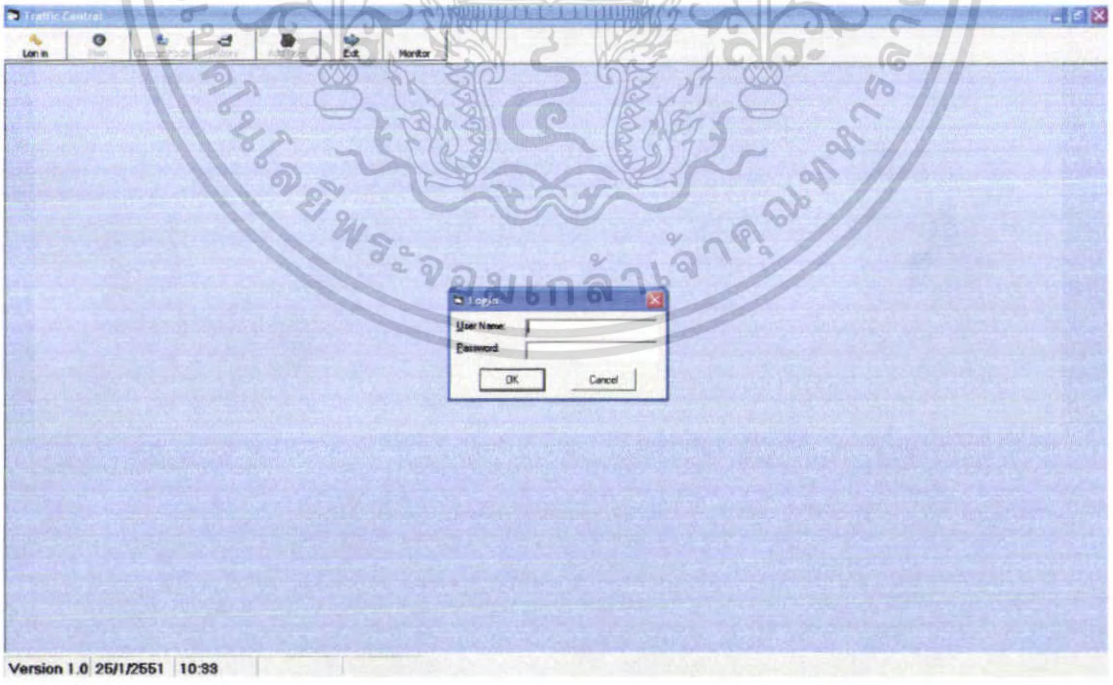
รูปที่ 3.24. Flow chart ของโปรแกรม Visual Basic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของหน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Visual Basic ใน Function ต่างๆโดยจะแสดงดังรูปต่อไปนี้

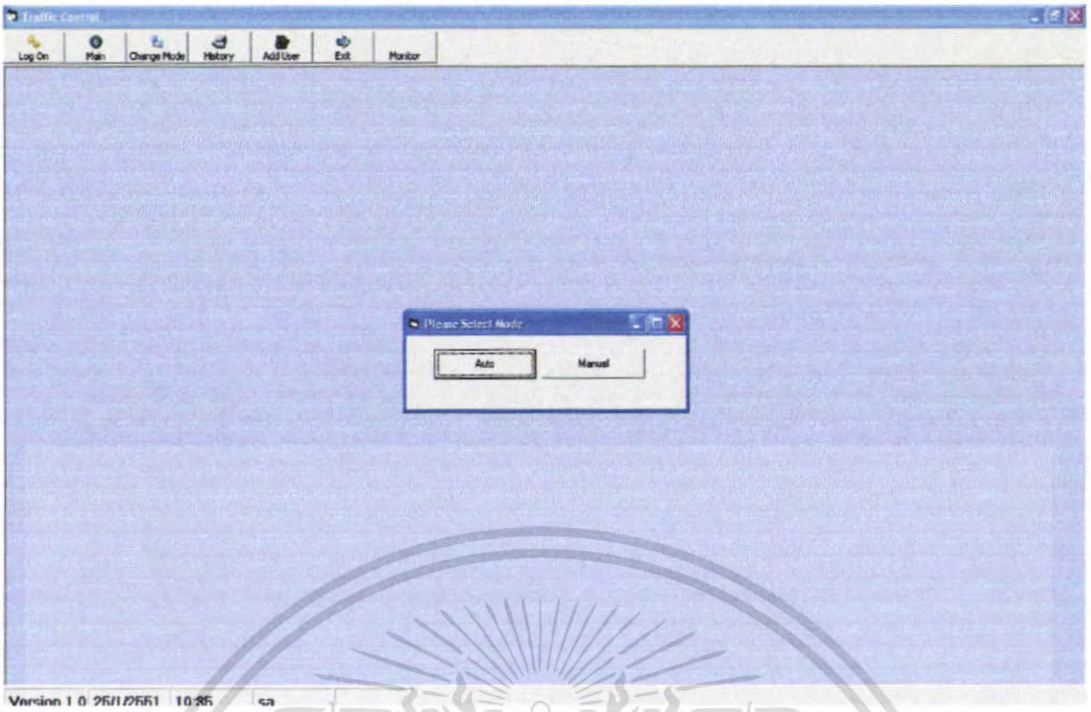


รูปที่ 3.25. การ ADD USER

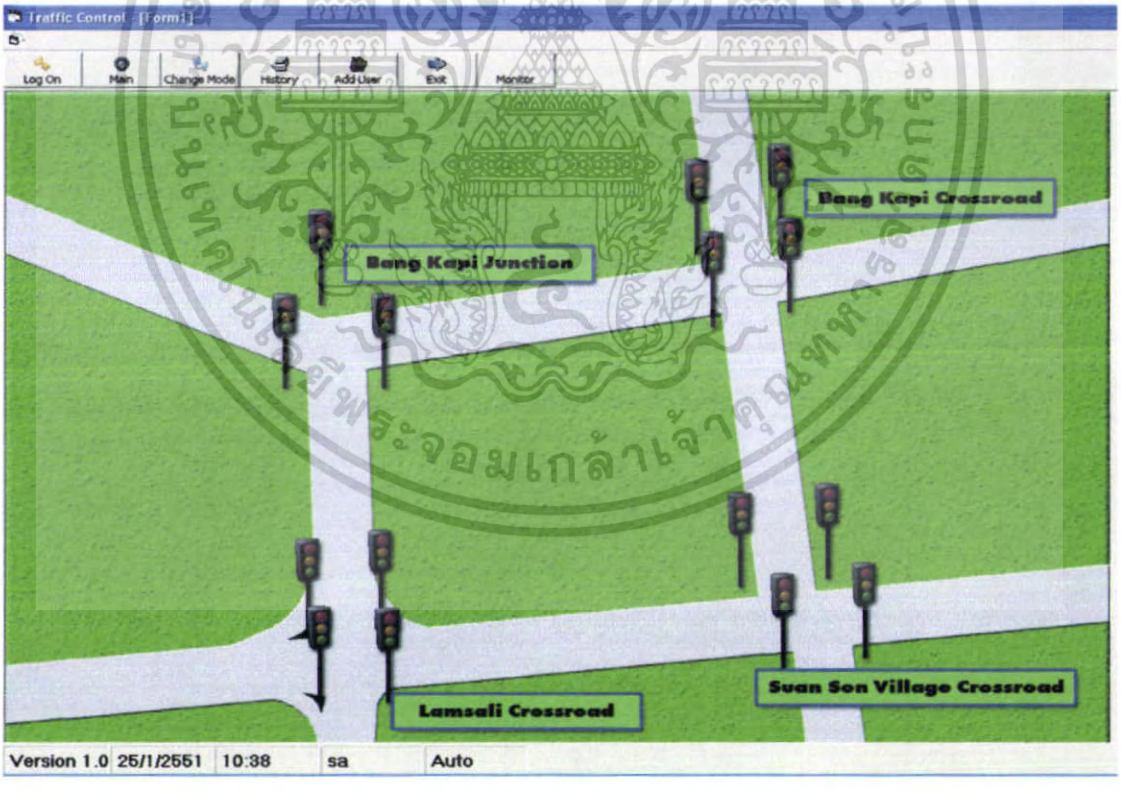


รูปที่ 3.26. การเข้าระบบ Login

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

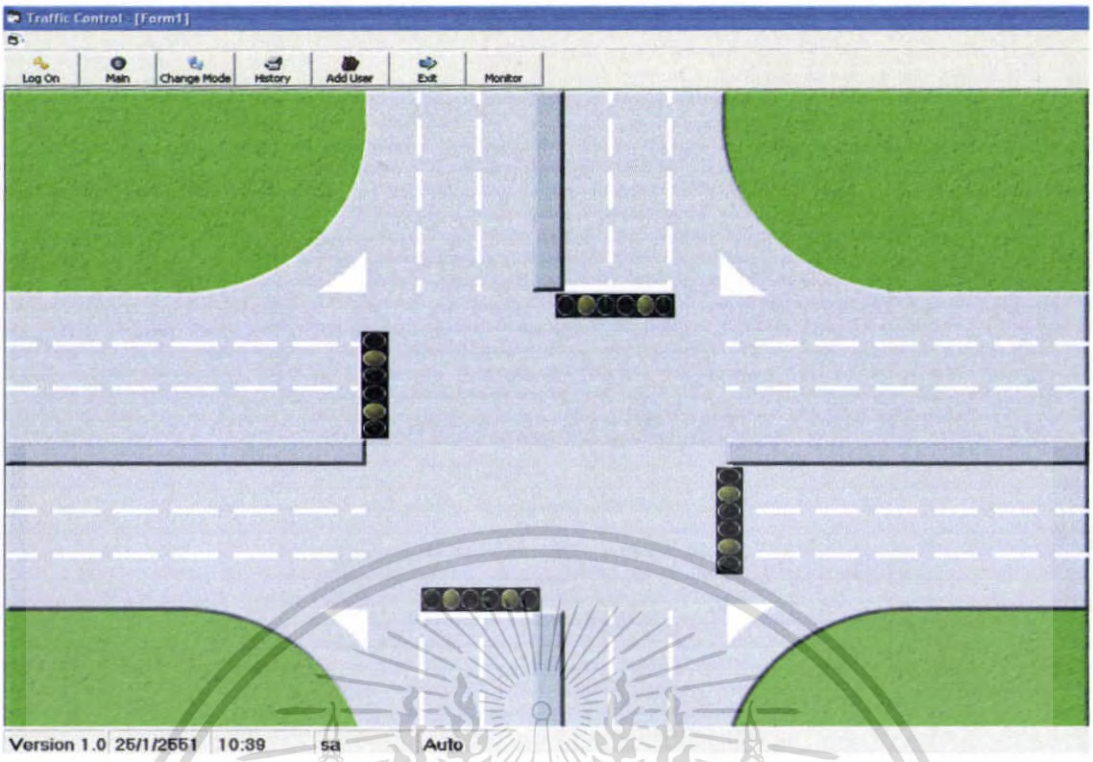


รูปที่ 3.27. การเลือกระบบระหว่าง Auto และ Manual

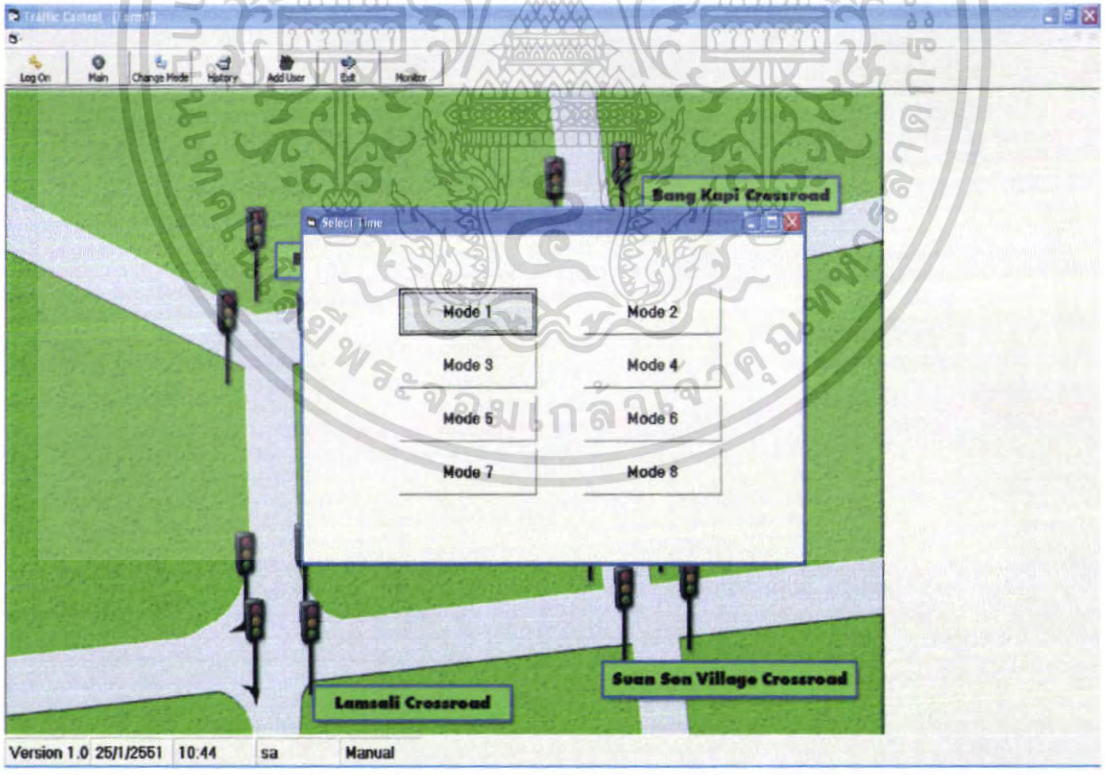


รูปที่ 3.28. หน้า Main ของระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

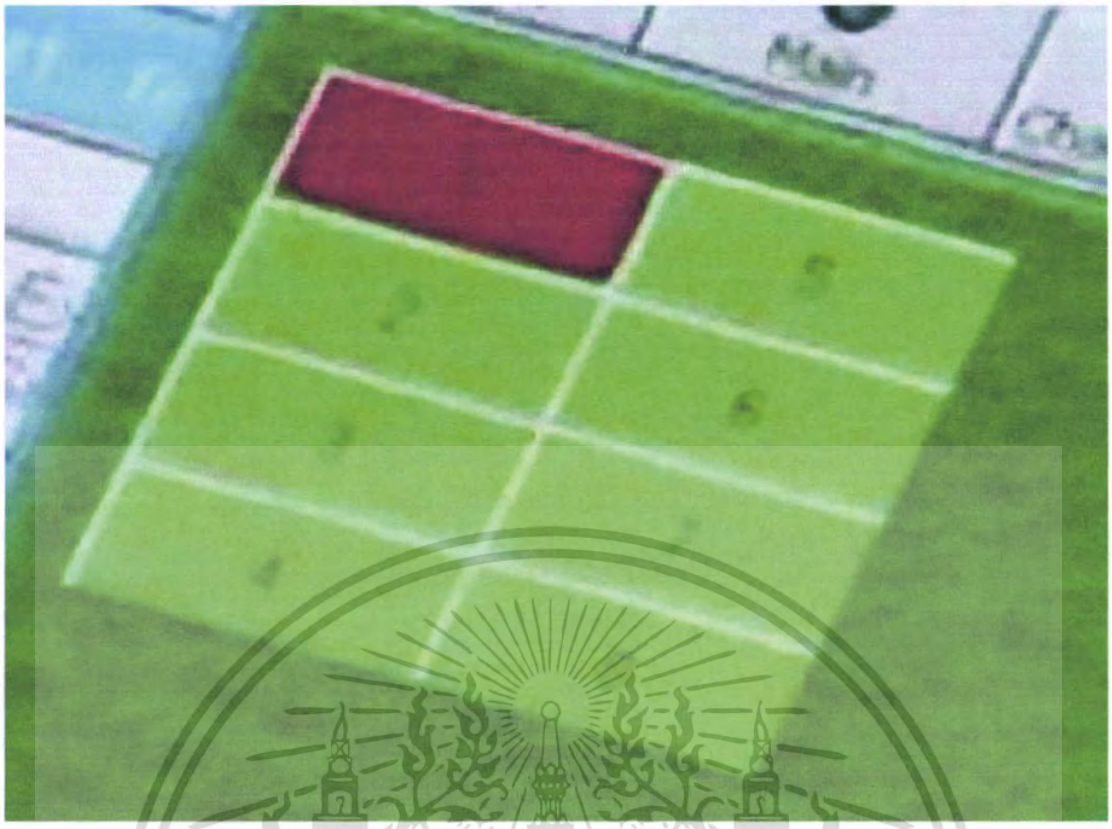


รูปที่ 3.29. ระบบการเปิด-ปิด ไฟจราจรหลังจากเลือกระบบ Manual หรือ Auto

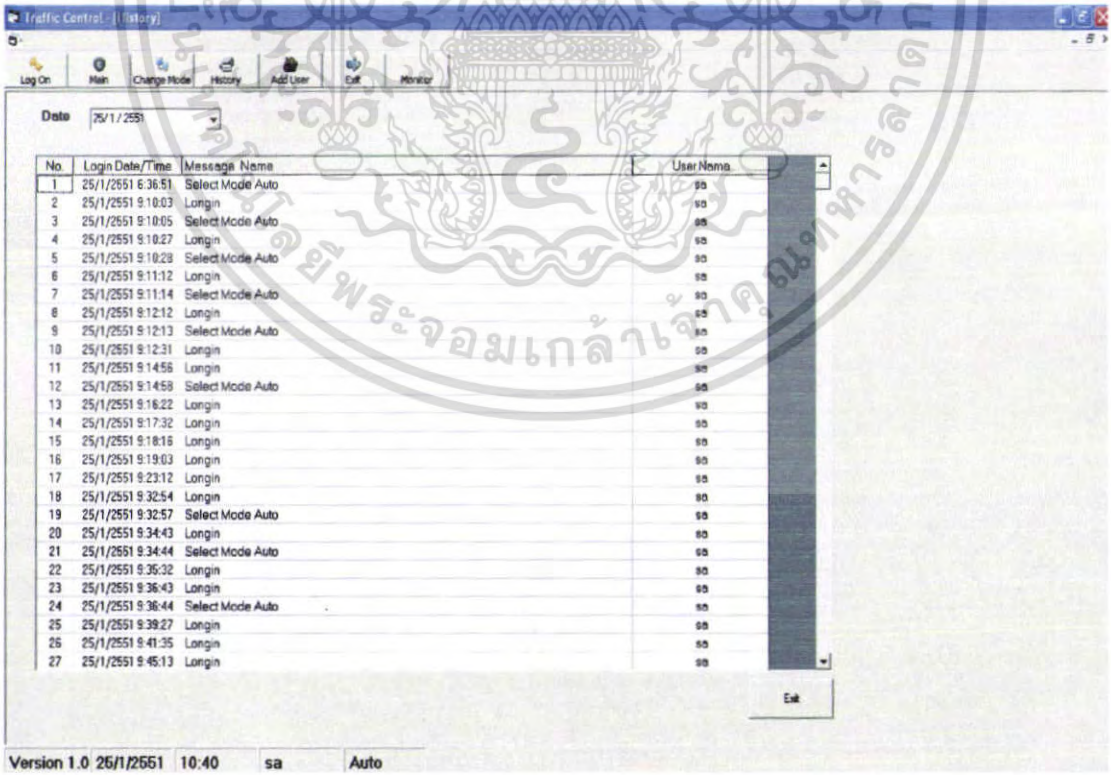


รูปที่ 3.30. การ Select Mode หลังจากเลือกระบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

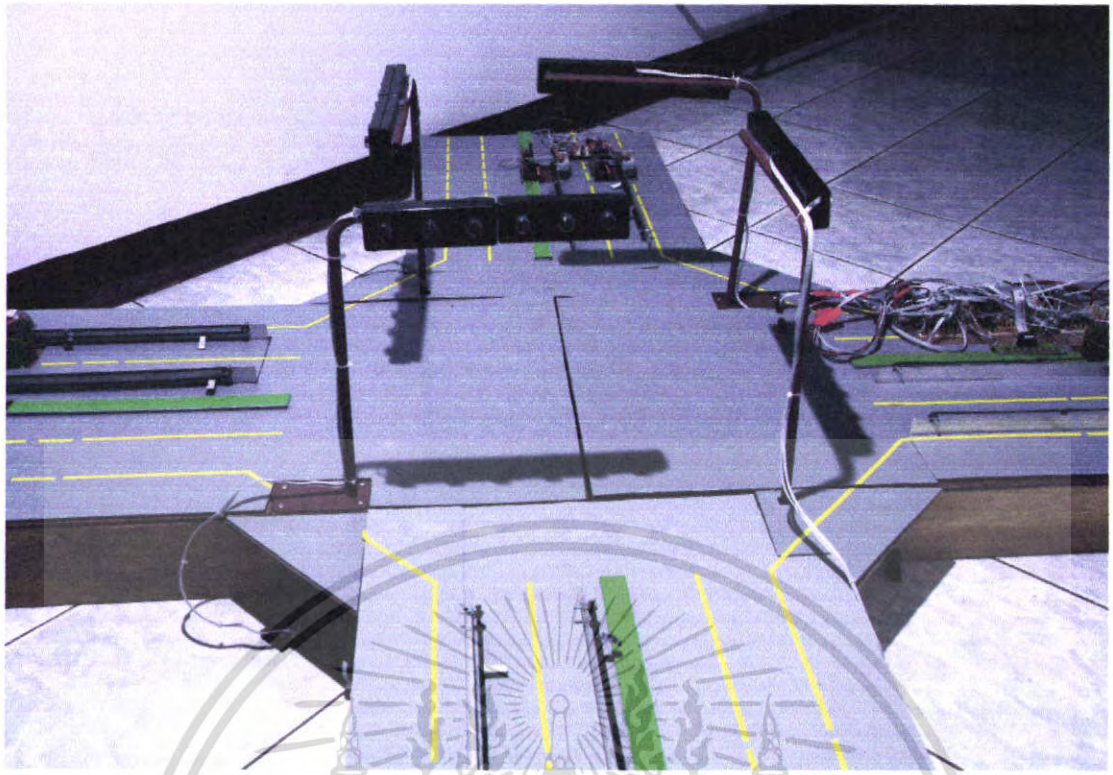


รูปที่ 3.31. การแจ้งว่า Sensor ใดเสียหาย

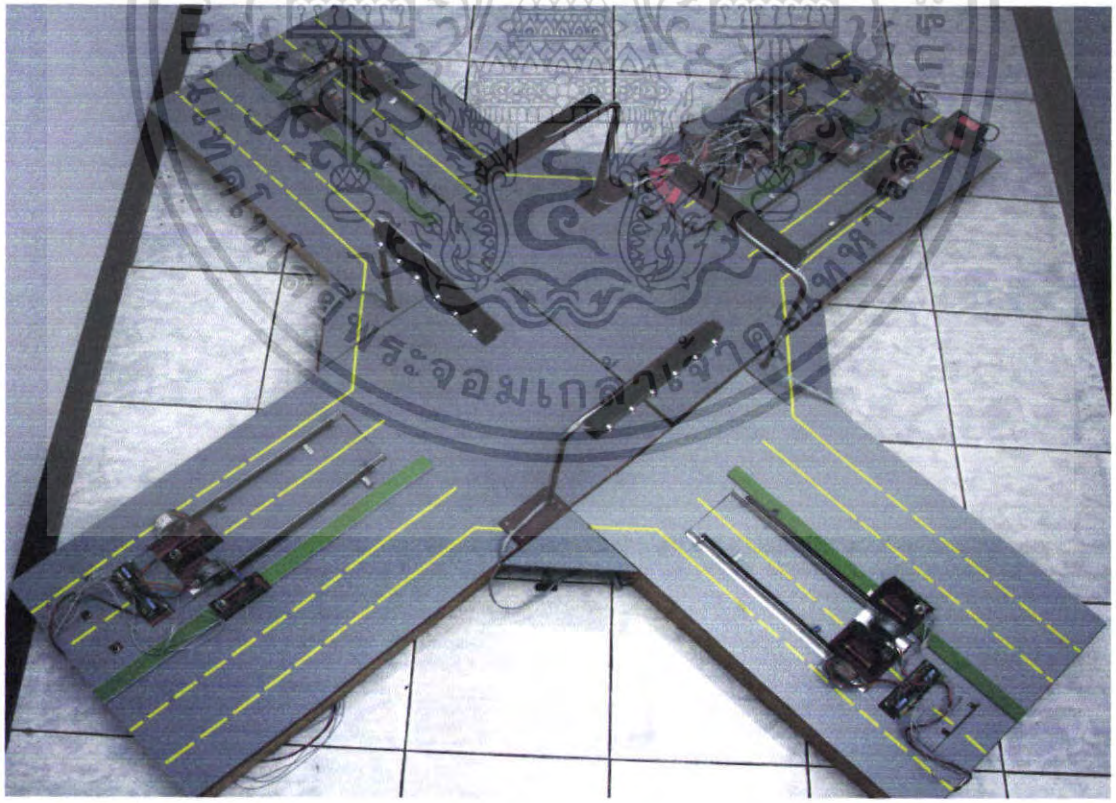


รูปที่ 3.32. ข้อมูลการเข้า Login , การ Select Mode และแจ้งว่า Sensor ใดเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.33. ชิ้นงานชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ



รูปที่ 3.34. ชิ้นงานชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะ (มุมบน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการที่ได้ทำการทดลองการทำงานของชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะนั้นทางผู้จัดทำได้ประดิษฐ์ชุดสาธิตขึ้นในส่วนของบริเวณแยกลำสาลี ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปริมาณการจราจรที่น่าสนใจเนื่องจากมีถนนที่สำคัญตัดผ่านคือถนนรามคำแหง และถนนศรีนครินทร์ ซึ่งจากที่ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงทั้งบริเวณสามแยกบางกะปี สี่แยกบางกะปี แยกหมู่บ้านสวนสน และแยกลำสาลีจะเห็นได้ว่าบริเวณแยกลำสาลีจะเป็นบริเวณหลักที่มีรถวิ่งผ่านแล้วจึงจะแบ่งผ่านไปยังบริเวณแยกอื่นๆ โดยทางผู้จัดทำได้พิจารณาแล้วว่าการประดิษฐ์ชุดสาธิตนี้ขึ้นมาโดยใช้เทคนิคที่ได้คิดขึ้นมานี้เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจราจรให้คล่องตัวมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการลดภาระของเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรได้ในช่วงเวลาที่มีการจราจรที่มีปริมาณรถที่หนาแน่น แต่เคลื่อนตัวได้ โดยในการทดลองนี้จะเป็นเพียงการจำลองการทำงานเพื่อศึกษาหลักการที่อาจจะนำไปพัฒนาใช้ในสถานการณ์จริงต่อไป

จะเห็นได้ว่าในการทำการทดลองนั้นมีข้อสังเกตในการทำงานหลายประการเนื่องจากขีดความสามารถของอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ความผิดพลาดในการตรวจจับวัตถุของเซ็นเซอร์ที่ใช้เนื่องจากเป็นการประกอบขึ้นมาใช้งานแบบหยาบๆ โดยในส่วนที่เป็นขดลวดนั้นจะมีเรื่องของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนในการทำงาน และอุณหภูมิเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ในส่วนของแหล่งจ่ายไฟฟ้านั้นก็มีปัญหา ในเรื่องของโหลดที่ต่อใช้งานมีมาก ทำให้ไฟฟ้าที่จ่ายในวงจรไม่เพียงพอ อีกทั้งมอเตอร์ที่ใช้ในการขับวัตถุที่เป็นโลหะที่จำลองเสมือนรถนั้นมีการขับเคลื่อนที่ไม่คล่องตัว และความซับซ้อนของโปรแกรมที่นำไปควบคุมการทำงานนั้นก็ทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นเมื่อมีการใช้งานร่วมกันกับตัวอุปกรณ์ด้วย ดังนั้นถ้าต้องการให้ข้อผิดพลาดเหล่านี้น้อยลงก็ควรใช้อุปกรณ์ที่มีขีดความสามารถมากกว่าที่ทางผู้จัดทำได้ใช้ในการประดิษฐ์นี้

ส่วนท้ายที่สุดจากที่ได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูล บริเวณแยกที่ทำการพิจารณา คือบริเวณสามแยกบางกะปี สี่แยกบางกะปี แยกหมู่บ้านสวนสน และแยกลำสาลี สามารถทราบถึงลักษณะทางกายภาพและปัญหาต่างๆ ซึ่งได้จากการสังเกต และพูดคุยกับเจ้าหน้าที่ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ และรับผิดชอบบริเวณแยกดังกล่าวแล้วนั้น จะเห็นว่ามีปัญหามากมายที่ต้องกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ขึ้นมาไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจในการขับรถของแต่ละบุคคล แล้วที่สำคัญคือนิสัย และมารยาทในการใช้ถนนของคนไทยนั่นเอง ซึ่งในส่วนนี้จึงได้ประดิษฐ์ชุดทดลองการควบคุมสัญญาณไฟจราจรแบบอัจฉริยะขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไข และปรับปรุงพัฒนาให้สามารถใช้งานได้จริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สมยศ จุณณะปิยะ : การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51, กรุงเทพ, โครงการตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2537

[2] ธีรวัฒน์ ประกอบผล : การพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี, กรุงเทพ, สำนักพิมพ์ Inex, 2546

[3] สุภัทรชัย สิงห์บาง : คู่มือใช้งาน PROTEL DXP, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2549

[4] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง : การออกแบบลายวงจรพิมพ์ด้วย PROTEL DXP, พิมพ์ครั้งที่ 1, พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ในการทดลองนั้นจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของ PC และในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีโปรแกรมการใช้งาน ดังนี้

โปรแกรมที่ใช้สั่งงานในส่วนของ PC

Function

```
Public Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)
Public IsStatus As Long
Sub main()
Dim strPath As String
strPath = App.Path & "\Traffic.mdb;Persist Security Info=False"
strCnn = "Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;Data Source=" & strPath
        MDIMain.Show
        frmLogin.Show vbModal
End Sub
   Public Sub BarIsEnabled(IsEnabled As Boolean)
   Dim i As Long
   For i = 2 To 6
   MDIMain.Toolbar1.Buttons(i).Enabled = IsEnabled
   Next i
   End Sub

Public Function AddJournals(ByVal UserName As String, ByVal MsgNo As Long) As Boolean
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
Dim Rs As New ADODB.Recordset
Dim dint, i As Integer
On Error Resume Next
   Cnn.CursorLocation = adUseServer
   Cnn.Open strCnn
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "insert into tblmssg (mssgname,userlogin,logindatetime) " & _
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    " values('" & GetMessage(Val(MsgNo)) & "','" & Trim(UserName) &
"',now())"
Cmd.Execute
Cnn.Close
Set Cnn = Nothing

  If err.Number <> 0 Then
   MsgBox "เกิดข้อผิดพลาดใน" & Cmd.CommandText & vbNewLine & err.Description, vbOKOnly +
vbInformation, "แจ้งข้อผิดพลาดจากระบบ"
     err.Clear
     Journals = False
  Else
     Journals = True
  End If

End Function
Private Function GetMessage(ByVal i As Long) As String
Dim gMssg As String
Select Case i
Case 0: gMssg = "Longin"
Case 1: gMssg = "Logout"
Case 4: gMssg = "Select Mode Auto"
Case 5: gMssg = "Select Mode Manual"

End Select

GetMessage = gMssg
End Function
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Username and Password

```
Dim StateSave As Byte
Private Sub CmdExit_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdComAdd_Click()
LockTextBox (False)
SetColor (vbWhite)
StateSave = 1
   CmdComAdd.Enabled = False
   CmdComEdit.Enabled = False
   CmdComDel.Enabled = False
   CmdComSave.Enabled = True
   CmdComCancel.Enabled = True
   txtName.SetFocus

End Sub
Private Sub CmdComCancel_Click()
LockTextBox (False)
SetColor (vbWhite)
   StateSave = 0
   CmdComAdd.Enabled = True
   CmdComEdit.Enabled = True
   CmdComDel.Enabled = True
End Sub
Private Sub CmdComDel_Click()
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
On Error Resume Next ' ถ้าเกิด EROR ให้ทำงานต่อ
If GridUser.Rows > 1 And GridUser.TextMatrix(GridUser.Row, 0) <> "" Then
'ถ้า Grid ทั้งหมดมีค่ามากกว่า 1 แถว และแถวปัจจุบันคอลัมที่ 1 ไม่เท่ากับช่องว่างจริง
   If MsgBox("คุณต้องการลบข้อมูลนักศึกษารหัส " & txtName.Text, vbInformation + vbYesNo, "ยืนยัน
การลบ") = vbNo Then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Exit Sub
  End If
    Call DeleteData(Val(GridUser.TextMatrix(GridUser.Row, 0))) ' ส่งค่าที่เกิดจากการคลิ๊กที่ Grid ไป
ฟังก์ชัน DeleteData
    Call ShowFlexGrid 'เรียกให้ procedure showflexgrid แสดง
End If
End Sub

Private Sub CmdComEdit_Click()
If GridUser.TextMatrix(GridUser.Row, 0) = "" Then Exit Sub
Call UnlockTextBox(False)
Call SetColor(vbWhite)
  StateSave = 0
  CmdComEdit.Enabled = False
  CmdComSave.Enabled = True
  CmdComAdd.Enabled = False
  CmdComDel.Enabled = False
  CmdComCancel.Enabled = True
  txtName.SetFocus
End Sub

Private Sub CmdComExit_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub CmdComSave_Click()
If txtName = "" Or txtSurname = "" Or txtPassword = "" Or txtConfirm = "" Or txtPassword = "" Or
txtConfirm = "" Then
MsgBox ("ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ เนื่องจากคุณใส่ข้อมูลไม่ครบ")
Exit Sub
End If
If Trim(txtPassword) <> Trim(txtConfirm) Then
MsgBox ("ไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ เนื่องจากคุณ confirm password ไม่ผ่าน")
Exit Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End If

  If StateSave = bytAdd Then
    If MsgBox("คุณต้องการบันทึกข้อมูลของ" & txtName.Text & "  ใช่หรือไม่ ?", vbYesNo +
vbQuestion, "คำยืนยัน") = vbYes Then
        Call SupSave 'เรียก procedure Supsave
        MsgBox "บันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation, "ผลการทำงาน"
    End If
  Else
      If MsgBox("คุณต้องการแก้ไขข้อมูลของ " & txtName.Text & " ใช่หรือไม่?", vbYesNo +
vbQuestion, "¤ÓÂ×¹ÂÑ¹") = vbYes Then
    Call EditSave
    MsgBox "แก้ไขข้อมูลเรียบร้อยแล้ว", vbOKOnly + vbInformation, "ผลการทำงาน"
    End If
  End If
'
  Call ShowFlexGrid
  CmdComSave.Enabled = False
  CmdComCancel.Enabled = False
  CmdComAdd.Enabled = True
  CmdComEdit.Enabled = True
  CmdComDel.Enabled = True
End Sub
Private Sub DeleteData(UserId As Long)
Dim strSQL As String
Dim i As Long
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
  Cnn.CursorLocation = adUseServer
  Cnn.Open strCnn
  Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
  Cmd.CommandType = adCmdText
  Cmd.CommandText = "delete from tbllogin where userno=" & UserId & " "
  Cmd.Execute
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    LockTextBox (True)
    Cnn.Close
    Set Cnn = Nothing
End Sub
Private Sub Form_Load()
 Call ShowFlexGrid
GridUser.ColWidth(0) = 0
Call LockTextBox(True)
Call SetColor(&HC0E0FF)
End Sub
Private Sub UnlockTextBox(mLoak As Boolean)
txtName.Locked = isLock
txtSurname.Locked = isLock
txtUserName.Locked = isLock
txtPassword.Locked = isLock
txtConfirm.Locked = isLock
End Sub
Private Sub LockTextBox(isLock As Boolean)
txtName = ""
txtSurname = ""
txtUserName = ""
txtPassword = ""
txtConfirm = ""
txtName.Locked = isLock
txtSurname.Locked = isLock
txtUserName.Locked = isLock
txtPassword.Locked = isLock
txtConfirm.Locked = isLock
End Sub
Private Sub SetColor(ByVal iColor As String)
txtName.BackColor = iColor
txtSurname.BackColor = iColor
txtUserName.BackColor = iColor
txtPassword.BackColor = iColor
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
txtConfirm.BackColor = iColor
End Sub
Private Sub EditSave()
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
Dim Rs As New ADODB.Recordset
Dim i, dint As Integer
On Error Resume Next
   Cnn.CursorLocation = adUseServer
   Cnn.Open strCnn
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "update tblLogIn set Fname='" & Trim(txtName) & "',Sname='" &
Trim(txtSurname) & "',Uname='" & Trim(txtUserName) & "',Pwd= '" & Trim(txtPassword) & "' where
userno=" & txtName.Tag & " "
   Cmd.Execute

   If err.Number <> 0 Then
    MsgBox "เกิดข้อผิดพลาดใน " & Cmd.CommandText & vbNewLine & err.Description, vbOKOnly
+ vbInformation, "แจ้งข้อผิดพลาดจากระบบ"
      err.Clear
      Exit Sub
   End If
Call ShowFlexGrid
End Sub

Private Sub SupSave()
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
Dim Rs As New ADODB.Recordset
Dim dint, i As Integer
On Error Resume Next
   Cnn.CursorLocation = adUseServer
   Cnn.Open strCnn
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "insert into tblLogIn (Fname,Sname,Uname,Pwd) " & _
                              " values('" & Trim(txtName) & "','" & Trim(txtSurname) & "','" &
Trim(txtUserName) & "','" & Trim(txtPassword) & "')"
Cmd.Execute
Cnn.Close
Set Cnn = Nothing

   If err.Number <> 0 Then
    MsgBox "เกิดข้อผิดพลาดใน" & Cmd.CommandText & vbNewLine & err.Description, vbOKOnly +
vbInformation, "แจ้งข้อผิดพลาดจากระบบ"
      err.Clear
      Exit Sub
   End If
   Call ShowFlexGrid
End Sub

Private Sub ShowFlexGrid()
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
Dim Rs As New ADODB.Recordset
Dim intCount As Integer
   Cnn.CursorLocation = adUseServer
   Cnn.Open strCnn
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "SELECT * From tbllogin order by userno "
   Set Rs = Cmd.Execute
   GridUser.Visible = False
   GridUser.Rows = 1
   intCount = 0
   GridUser.ColWidth(0) = 0
   With GridUser
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    While (Not Rs.EOF)
      .Rows = GridUser.Rows + 1
      .TextMatrix(.Rows - 1, 0) = IIf(IsNull(Rs!userno), "", Rs!userno)
      .TextMatrix(.Rows - 1, 1) = .Rows - 1
      .TextMatrix(.Rows - 1, 2) = IIf(IsNull(Rs!fname), "", Rs!fname)
      .TextMatrix(.Rows - 1, 3) = IIf(IsNull(Rs!sname), "", Rs!sname)
      .TextMatrix(.Rows - 1, 4) = IIf(IsNull(Rs!uname), "", Rs!uname)

      Rs.MoveNext
    Wend
    End With
    GridUser.Visible = True
'   Call ClearColorGrid
'   Call SetColorRow(GridMain.Rows, GridMain.Cols, 0)
'   GridMain.Visible = True
'    txtTotal = GridMain.Rows - 1
End Sub

Private Sub GridUser_Click()
With GridUser
txtName.Tag = .TextMatrix(.Row, 0)
txtName = .TextMatrix(.Row, 2)
txtSurname = .TextMatrix(.Row, 3)
txtUserName = .TextMatrix(.Row, 4)
End With
End Sub

Private Sub Label4_Click()
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Login

```
Option Explicit
Public LoginSucceeded As Boolean

Private Sub cmdCancel_Click()
  LoginSucceeded = False
  Me.Hide
  Call BarIsEnabled(False)
End Sub

Private Sub cmdOK_Click()

  If CheckLogIn Then
    Me.Hide
    frmMode.Show
      MDIMain.Toolbar1.Buttons(1).Caption = "Log In"
      LoginSucceeded = True
      MDIMain.Toolbar1.Buttons(1).Caption = "Log On"
      Call BarIsEnabled(True)
      If AddJournals(mUserName, jMessage.mLongin) Then
      End If

  Else
    MsgBox "Invalid Password, try again!", , "Login"
    txtPassword.SetFocus
    SendKeys "{Home}+{End}"
  End If

End Sub
Private Function CheckLogIn() As Boolean
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
Dim Rs  As New ADODB.Recordset
Cnn.CursorLocation = adUseServer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
On Error GoTo err
   Cnn.Open strCnn
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "Select * from tblLogin where uname='" & Trim(txtUserName) & "' and pwd=
'" & Trim(txtPassword.Text) & "'"
   Set Rs = Cmd.Execute
   If Not Rs.EOF Then
      CheckLogIn = True
      MDIMain.StatusBar1.Panels(4).Text = Rs!fname
      mUserName = Rs!fname
   Else
CheckLogIn = False
   End If
   Exit Function
err:
MsgBox ("ไม่สามารถติดต่อฐานข้อมูลได้")
End Function

Private Sub lblLabels_Click(Index As Integer)
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Main Frame

```
Private Sub MDIForm_Load()
'Toolbar1.Buttons(8).Visible = False
Toolbar1.Buttons(5).Visible = False
End Sub

Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As MSComctlLib.Button)
Dim i As Long
Select Case Button.Index
Case 1
If MDIMain.Toolbar1.Buttons(1).Caption = "Log In" Then
    If MsgBox("คุณต้องการLog Off ใช่หรือไม่ ? ", vbQuestion + vbYesNo, "คำยืนยัน") = vbYes Then
            LoginSucceeded = False
              MDIMain.Toolbar1.Buttons(1).Caption = "Log Off"
              Call BarIsEnabled(False)
        End If
Else
    If MsgBox("คุณต้องการLog On ใช่หรือไม่ ? ", vbQuestion + vbYesNo, "คำยืนยัน") = vbYes Then
     frmLogin.Show
            End If

 End If
Case 2

frmOverCross.Show
frmOverCross.ZOrder 0
Case 3
frmMode.Show
frmMode.ZOrder 0
'       FrmchangPwd.Show
'       FrmchangPwd.ZOrder 0
Case 4
frmHistory.Show
Case 6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
frmUser.Show
Case 7
  If MsgBox("คุณต้องการออกจากโปรแกรมใช่หรือไม่? ", vbQuestion + vbYesNo, "คำยืนยัน") =
vbYes Then
  Unload Me
  End
End If

Case 8
frmMonitor.Show
frmMonitor.ZOrder 0

End Select
End Sub
```

Main Crossroad

```
Private Sub Image1_Click()
'frmCrossSelect.Show
'frmCrossSelect.ZOrder 0

Select Case IsStatus
Case 0: frmOverView.Show
Case 1: frmSelectTime.Show
End Select
End Sub
```

Lamsalee Overview

```
Option Explicit

'Private Sub Command1_Click()
'UserControl12.Style = 1
'UserControl12.Value(2) = False
'UserControl12.Value(3) = True
'End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'
'Private Sub Command2_Click()
'UserControl12.Style = 1
'UserControl12.Value(2) = True
'End Sub
'
'
'Private Sub Command9_Click()
'UserControl12.Style = 1
'UserControl12.Value(1) = True
'End Sub

Private Sub Form_Load()
UserControl14.Style = 3
UserControl13.Style = 3
UserControl17.Style = 2
UserControl18.Style = 2
UserControl15.Style = 4
UserControl16.Style = 4
UserControl12.Style = 1
Call InitialComport
End Sub
Private Sub InitialComport()
On Error Resume Next
Dim i As Long
Dim j As Long
    MSComm.Commport = Commport
    MSComm.PortOpen = True
    MSComm.Settings = "9600,n,8,1"
    MSComm.RThreshold = 1
    Call OpenPort1
End Sub
Public Sub OpenPort1()
On Error Resume Next
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    MSComm.PortOpen = True
    MSComm.RThreshold = 1
End Sub
Private Sub MSComm_OnComm()
Call Sleep(180)
CheckInputProtocal (MSComm.Input)
End Sub
Private Function CheckInputProtocal(ByVal mdata As String) As Boolean
  Dim ArrNum() As String
  Dim BufNum As String
  Dim LeadNum As String
  Dim CkNum As Integer
  Dim StrLog As String
  Dim FileSize As String
  Dim i As Integer
  LeadNum = "#"
  CkNum = 0
  FileSize = Len(mdata)
  ReDim ArrNum(FileSize) As String
  For i = 1 To FileSize
    ArrNum(i) = Asc(Mid$(mdata, i, 1))
    StrLog = StrLog & ArrNum(i)
  Next i

'If FileSize = 39 Then
    If ArrNum(1) = "2" Then
      If ArrNum(2) = "76" Then
        If (ArrNum(3) = "49") And (ArrNum(4) = "49") Then
          UserControl12.Value(1) = Not CvBol(ArrNum(7))  'g
          UserControl12.Value(2) = Not CvBol(ArrNum(6))  'y
          UserControl12.Value(3) = Not CvBol(ArrNum(5))  'r
        End If
       If (ArrNum(3) = "49") And (ArrNum(8) = "50") Then
          UserControl11.Value(1) = Not CvBol(ArrNum(11))  'g
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            UserControl11.Value(2) = Not CvBol(ArrNum(10))   'y
            UserControl11.Value(3) = Not CvBol(ArrNum(9))   'r
          End If
        End If
      End If

  If ArrNum(1) = "2" Then
      If ArrNum(2) = "76" Then
        If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(13) = "49") Then
          UserControl13.Value(1) = CvBol(ArrNum(16))   'g
          UserControl13.Value(2) = CvBol(ArrNum(15))    'y
          UserControl13.Value(3) = CvBol(ArrNum(14))    'r
        End If
       If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(17) = "50") Then
          UserControl14.Value(1) = CvBol(ArrNum(20))   'g
          UserControl14.Value(2) = CvBol(ArrNum(19))    'y
          UserControl14.Value(3) = CvBol(ArrNum(18))    'r
        End If
      End If
    End If

  If ArrNum(1) = "2" Then
      If ArrNum(2) = "76" Then
        If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(22) = "49") Then
          UserControl15.Value(1) = CvBol(ArrNum(25))  'g
'          UserControl15.Value(2) = CvBol(ArrNum(24))   'y
          UserControl15.Value(3) = CvBol(ArrNum(23))   'r
        End If
       If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(26) = "50") Then
          UserControl16.Value(1) = CvBol(ArrNum(29))   'g
'          UserControl16.Value(2) = CvBol(ArrNum(28))    'y
          UserControl16.Value(3) = CvBol(ArrNum(27))    'r
        End If
      End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    End If

  If ArrNum(1) = "2" Then
      If ArrNum(2) = "76" Then
        If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(31) = "49") Then
          UserControl17.Value(1) = CvBol(ArrNum(34))  'g
          UserControl17.Value(2) = CvBol(ArrNum(33))   'y
          UserControl17.Value(3) = CvBol(ArrNum(32))    'r
        End If
        If (ArrNum(12) = "50") And (ArrNum(35) = "50") Then
          UserControl18.Value(1) = CvBol(ArrNum(38))  'g
          UserControl18.Value(2) = CvBol(ArrNum(37))    'y
          UserControl18.Value(3) = CvBol(ArrNum(36))    'r
        End If
      End If
    End If
'End If

End Function
Private Function CvBol(mdata As String) As Boolean
If mdata = "0" Then CvBol = False
If mdata = "1" Then CvBol = True
End Function
```

History

```
Private Sub CmdExit_Click()
Unload Me
End Sub
Private Sub DtpDate_Change()
Call LoadData
End Sub
Private Sub LoadData()
Dim Cnn As New ADODB.Connection
Dim Cmd As New ADODB.Command
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim Rs As New ADODB.Recordset
Dim i, dint As Integer
Dim strTime As String
On Error Resume Next
strTime = DtpDate.Value
   Cnn.CursorLocation = adUseServer
   Cnn.Open strCnn
   Set Cmd.ActiveConnection = Cnn
   Cmd.CommandType = adCmdText
   Cmd.CommandText = "select  mssgno,mssgname,userlogin,logindatetime from tblmssg where
datevalue(logindatetime)='" & strTime & "' "
   Set Rs = Cmd.Execute
   With GridHistory
   .Rows = 1
   While Not Rs.EOF
   .Rows = .Rows + 1
   .TextMatrix(.Rows - 1, 1) = .Rows - 1
   .TextMatrix(.Rows - 1, 2) = Rs!logindatetime
   .TextMatrix(.Rows - 1, 3) = Rs!mssgname
   .TextMatrix(.Rows - 1, 4) = Rs!userlogin
   Rs.MoveNext
   Wend
   End With
End Sub
Private Sub Form_Load()
GridHistory.ColWidth(0) = 0
  GridHistory.ColAlignment(3) = flexAlignLeftCenter
DtpDate.Value = Date
Call LoadData
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Modul connect

```
Option Explicit
'==========ประกาศตัวแปร ==================
Public strCnn As String
Public LoginSucceeded As Boolean
Public PassWd As String ´
Public Const bytDel = 2
Public Const bytSave = 3
Public Const bytAdd = 1
Public Const bytEdit = 2
Public mUserName As String
Public ComportSetting As String
Public ComportNo As Long

Enum jMessage
mLongin = 0
mLogout
mAddUser
mDeleteuser
mModeAuto
mModeManual
End Enum

'Type L
Public R11  As String
Public Y11 As String
Public G11 As String
Public R12  As String
Public Y12 As String
Public G12 As String


Public R21 As String
Public Y21 As String
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public G21 As String
Public R22 As String
Public Y22 As String
Public G22 As String

Public R31 As String
Public Y31 As String
Public G31 As String
Public R32 As String
Public Y32 As String
Public G32 As String

Public R41 As String
Public Y41 As String
Public G41 As String
Public R42 As String
Public Y42 As String
Public G42 As String

 'Set Mode

'Public Const mManual = Chr((2 & h)) + "M" + Chr(3 & h)

Public mAuto As String
Public Const Commport = 1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Select Mode

```
Private Sub cmdAuto_Click()
On Error Resume Next
Unload Me
IsStatus = 0
frmOverCross.Show
Call AddJournals(mUserName, jMessage.mModeAuto)
MDIMain.StatusBar1.Panels(5).Text = "Auto"
Call InitialComport
MSComm.Output = Chr((2 & h)) + "A" + Chr(3 & h)

End Sub
Private Sub cmdManual_Click()
On Error Resume Next
IsStatus = 1
frmOverCross.Show
Call AddJournals(mUserName, jMessage.mModeManual)
MDIMain.StatusBar1.Panels(5).Text = "Manual"
Call InitialComport
MSComm.Output = Chr((2 & h)) + "M" + Chr(3 & h)
End Sub
Private Sub InitialComport()
On Error Resume Next
MSComm.Commport = Commport
    MSComm.PortOpen = True
    MSComm.Settings = "9600,n,8,1"
    MSComm.RThreshold = 1
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Select Time

```
Dim isToggle As Boolean
Private Sub cmdMode_Click(Index As Integer)
On Error Resume Next
Select Case Index
Case 0
isToggle = False
cmdMode(Index).BackColor = vbGreen
MSComm.Output = Chr((2 & h)) + "M" + "1" + Chr(3 & h)
End Select
Unload Me
frmOverView.Show
Unload frmMode
End Sub
```

โปรแกรมของบอร์ด Master ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Sensor และ LED แสดงสถานะของ Sensor

```
#include <REG52.H>
#include <P89v51rd2.h>
#include <register.h>
//***********************************************
#define Enter     0x0D
#define Esc       0x1B
#define BS              0x08
#define LF              0x0A    //'\n'
#define CR              0x0D    //'\r'
#define EndStr    0x00    //'\0'

#define StartByte       0x02
#define StopByte 0x03

#define Lamp_ON 0
#define Lamp_OFF 1

#define RED 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define YELLOW 1
#define GREEN 2

#define TimeGreen 3600 //3600
#define TimeErCar 1200 //1200
#define TimeOutCar 140

#define RecvSize        100
#define TimeOutSerial   10000
//*********************************************
sbit LampTest  = P3^4;
sbit LampTest1  = P3^5;
//*********************************************
bdata unsigned char Err_Sensor = 0x00;// 1 => error ;0 => not Error
sbit ER_Sensor1_1 = Err_Sensor^0;
sbit ER_Sensor1_2 = Err_Sensor^1;
sbit ER_Sensor2_1 = Err_Sensor^2;
sbit ER_Sensor2_2 = Err_Sensor^3;
sbit ER_Sensor3_1 = Err_Sensor^4;
sbit ER_Sensor3_2 = Err_Sensor^5;
sbit ER_Sensor4_1 = Err_Sensor^6;
sbit ER_Sensor4_2 = Err_Sensor^7;

unsigned int T_GreenTime = 0;
unsigned int T_YellowTime = 0;

unsigned int T_CKS1_1Car      = 0;
unsigned int T_CKS1_1NoCar    = 0;
unsigned int T_CKS1_2Car      = 0;
unsigned int T_CKS1_2NoCar    = 0;

unsigned int T_CKS2_1Car      = 0;
unsigned int T_CKS2_1NoCar    = 0;
unsigned int T_CKS2_2Car      = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned int T_CKS2_2NoCar      = 0;

unsigned int T_CKS3_1Car        = 0;
unsigned int T_CKS3_1NoCar      = 0;
unsigned int T_CKS3_2Car        = 0;
unsigned int T_CKS3_2NoCar      = 0;

unsigned int T_CKS4_1Car        = 0;
unsigned int T_CKS4_1NoCar      = 0;
unsigned int T_CKS4_2Car        = 0;
unsigned int T_CKS4_2NoCar      = 0;


xdata unsigned char Recv[RecvSize] _at_ 0x0000;
unsigned char LenRecv = 0;
unsigned int Time = 0;
unsigned char ChangeMode = 0;
//*****************************************************************
void SendSensorError(unsigned char AddrM,unsigned char AddrS);
void SendSensorOk(unsigned char AddrM,unsigned char AddrS);
//*****************************************************************
//*********************************************
void Delay_50ms(unsigned int Count){
        while(Count){
                TH1 = 0x4c ;
                TL1 = 0x00 ;
                TR1 = 1;
                while(!TF1);
                TF1 = 0;
                Count--;
        }
}
//*********************************************
unsigned char Rx(void){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        while(~RI);
        RI = 0;
        return SBUF;
}
void Tx(unsigned char Send){
        SBUF = Send;
        while(~TI);
        TI = 0;
}
//*********************************************
void ReadSerial(void){
unsigned int count = 0;
        LenRecv = 0;
        while(1){
                if(LenRecv<RecvSize){
                        Recv[LenRecv] = SBUF;
                        LenRecv++;
                }
                RI = 0;
                count = 0;
                do{
                        count++;
                }while((RI==0)&&(count<TimeOutSerial));
                if((count ==TimeOutSerial)){
                        Recv[LenRecv] = EndStr;
                        break;
                }
        }
        RI = 0;
}
//*********************************************
void SendColor(){
        ES = 0;
        Tx(2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Tx('L');
Tx('1');
Tx('1');
Tx(Lamp1_1R);
Tx(Lamp1_1Y);
Tx(Lamp1_1G);
Tx('2');
Tx(Lamp1_2R);
Tx(Lamp1_2Y);
Tx(Lamp1_2G);
Tx('2');
Tx('1');
Tx(Lamp2_1R);
Tx(Lamp2_1Y);
Tx(Lamp2_1G);
Tx('2');
Tx(Lamp2_2R);
Tx(Lamp2_2Y);
Tx(Lamp2_2G);
Tx('3');
Tx('1');
Tx(Lamp3_1R);
Tx(Lamp3_1Y);
Tx(Lamp3_1G);
Tx('2');
Tx(Lamp3_2R);
Tx(Lamp3_2Y);
Tx(Lamp3_2G);
Tx('4');
Tx('1');
Tx(Lamp4_1R);
Tx(Lamp4_1Y);
Tx(Lamp4_1G);
Tx('2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Tx(Lamp4_2R);
        Tx(Lamp4_2Y);
        Tx(Lamp4_2G);
        Tx(3);
        ES = 1;
}
void SendSensorError(unsigned char AddrM,unsigned char AddrS){
        ES = 0;
        Tx(2);
        Tx('E');
        Tx(AddrM);
        Tx(AddrS);
        Tx(0);
        Tx(3);
        ES = 1;
}
void SendSensorOk(unsigned char AddrM,unsigned char AddrS){
        ES = 0;
        Tx(2);
        Tx('E');
        Tx(AddrM);
        Tx(AddrS);
        Tx(1);
        Tx(3);
        ES = 1;
}
//*********************************************
void DisplayColor1_1(unsigned D_Color){
        Lamp1_1R = Lamp_OFF;
        Lamp1_1Y = Lamp_OFF;
        Lamp1_1G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                        Lamp1_1R = Lamp_ON;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp1_1Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp1_1G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*********************************************
void DisplayColor1_2(unsigned D_Color){
        Lamp1_2R = Lamp_OFF;
        Lamp1_2Y = Lamp_OFF;
        Lamp1_2G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp1_2R = Lamp_ON;
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp1_2Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp1_2G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*********************************************
void DisplayColor2_1(unsigned D_Color){
        Lamp2_1R = Lamp_OFF;
        Lamp2_1Y = Lamp_OFF;
        Lamp2_1G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp2_1R = Lamp_ON;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp2_1Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp2_1G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void DisplayColor2_2(unsigned D_Color){
        Lamp2_2R = Lamp_OFF;
        Lamp2_2Y = Lamp_OFF;
        Lamp2_2G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp2_2R = Lamp_ON;
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp2_2Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp2_2G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void DisplayColor3_1(unsigned D_Color){
        Lamp3_1R = Lamp_OFF;
        Lamp3_1Y = Lamp_OFF;
        Lamp3_1G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp3_1R = Lamp_ON;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp3_1Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp3_1G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void DisplayColor3_2(unsigned D_Color){
        Lamp3_2R = Lamp_OFF;
        Lamp3_2Y = Lamp_OFF;
        Lamp3_2G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp3_2R = Lamp_ON;
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp3_2Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp3_2G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void DisplayColor4_1(unsigned D_Color){
        Lamp4_1R = Lamp_OFF;
        Lamp4_1Y = Lamp_OFF;
        Lamp4_1G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp4_1R = Lamp_ON;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp4_1Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp4_1G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void DisplayColor4_2(unsigned D_Color){
        Lamp4_2R = Lamp_OFF;
        Lamp4_2Y = Lamp_OFF;
        Lamp4_2G = Lamp_OFF;
        switch(D_Color){
                case RED:
                    Lamp4_2R = Lamp_ON;
                    break;
                case YELLOW:
                    Lamp4_2Y = Lamp_ON;
                    break;
                case GREEN:
                    Lamp4_2G = Lamp_ON;
                    break;
        }
}
//*******************************************
void Interrupt_T0(void) interrupt 1{//50ms
        TH0 = 0x4c ;
        TL0 = 0x00 ;
        Time++;


        T_GreenTime++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        T_YellowTime++;

T_CKS1_1Car++;
        T_CKS1_1NoCar++;
        T_CKS1_2Car++;
        T_CKS1_2NoCar++;

        T_CKS2_1Car++;
        T_CKS2_1NoCar++;
        T_CKS2_2Car++;
        T_CKS2_2NoCar++;

        T_CKS3_1Car++;
        T_CKS3_1NoCar++;
        T_CKS3_2Car++;
        T_CKS3_2NoCar++;

        T_CKS4_1Car++;
        T_CKS4_1NoCar++;
        T_CKS4_2Car++;
        T_CKS4_2NoCar++;
        LED1_1 = ~Sensor1_1;
        LED1_2 = ~Sensor1_2;
        LED2_1 = ~Sensor2_1;
        LED2_2 = ~Sensor2_2;
        LED3_1 = ~Sensor3_1;
        LED3_2 = ~Sensor3_2;
        LED4_1 = ~Sensor4_1;
        LED4_2 = ~Sensor4_2;

        if(Time > 10){
                LampTest = ~LampTest;
                Time =0;
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TR0 = 1;
}
//*********************************************
void Interrupt_Serial(void) interrupt 4{
        ES      =       0;
        if(RI){
                ReadSerial();
                if(Recv[0] == 0x02){
                        if(Recv[1] == 'A'){
                                ChangeMode = 0;
                        }else if(Recv[1] == 'M'){
                                ChangeMode = Recv[2];
                        }
                }

        }
        ES =    1;
}
//*********************************************
 unsigned char Step1(){
        unsigned char CK = 0;
        unsigned char StatusColor = 0;
        T_GreenTime     = 0;
        while(1){

        if((!ER_Sensor1_1)&&(!ER_Sensor1_2)){//************************************
                        DisplayColor1_1(GREEN);
                        DisplayColor1_2(GREEN);
                }else if((ER_Sensor1_1)&&(!ER_Sensor1_2)){
                        DisplayColor1_2(GREEN);
                }else if((!ER_Sensor1_1)&&(ER_Sensor1_2)){
                        DisplayColor1_1(GREEN);
                }else if((ER_Sensor1_1)&&(ER_Sensor1_2)){
                        return 9;// 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
        SendColor();
        T_GreenTime     = 0;
        T_CKS1_1Car     = 0;
        T_CKS1_1NoCar           = 0;
        T_CKS1_2Car     = 0;
        T_CKS1_2NoCar           = 0;
        while(1){
                if(Sensor1_1 == 0){
                        T_CKS1_1Car = 0;
                }else{
                        T_CKS1_1NoCar = 0;
                }
                if(Sensor1_2 == 0){
                        T_CKS1_2Car = 0;
                }else{
                        T_CKS1_2NoCar = 0;
                }
                //**************************************
                if((T_CKS1_1NoCar >TimeOutCar) && (!ER_Sensor1_1)){
                        if(CK ==2){
                                return 0;
                        }
                        if(!ER_Sensor3_2){//1=error,0=not error
                                T_YellowTime=0;
                                DisplayColor1_1(YELLOW);
                                SendColor();
                                while(T_YellowTime<60);
                                Delay_50ms(20);
                                DisplayColor1_1(RED);
                                DisplayColor3_2(GREEN);
                                SendColor();
                                Delay_50ms(20);
                                T_CKS3_2NoCar           = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        T_CKS3_2Car    = 0;
                                        T_CKS1_2NoCar          = 0;
                                        T_CKS1_2Car            = 0;
                                        CK = 1;
                                        while(1){
                                                if(Sensor3_2 == 0){
                                                        T_CKS3_2Car = 0;
                                                }else{
                                                        T_CKS3_2NoCar = 0;

                                                }
                                                if(Sensor1_2 == 0){
                                                        T_CKS1_2Car = 0;
                                                }else{
                                                        T_CKS1_2NoCar = 0;
                                                }
        //#################################
                                                if(!ER_Sensor1_2){

        if(T_CKS1_2NoCar >TimeOutCar){
                                                                return 0;
                                                        }
                                                        if(T_CKS1_2Car          >
TimeErCar){
                                                                ER_Sensor1_2 = 1;

        SendSensorError('1','2');
                                                                return 9;// 0;
                                                        }
                                                }

        //#################################
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if(T_CKS3_2NoCar > TimeOutCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor3_2(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor1_1(GREEN);
                                                DisplayColor3_2(RED);
                                                SendColor();

                                                break;
                                        }
//#################################
                                        if(T_CKS3_2Car >TimeErCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor3_2(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor1_1(GREEN);
                                                DisplayColor3_2(RED);
                                                SendColor();
                                                ER_Sensor3_2 = 1;
                                                return 9;// 0;
                                        }

                                        //*****************************
                                        if(ChangeMode != 0){
                                                return 12;//Return for
ChangMode

                                        }
                                        //*****************************
                                        if(T_GreenTime>TimeGreen){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        return 11;//Return for 3 min
                                    }
                                }

                            }
                            T_CKS1_1NoCar = 0;
                            T_CKS1_1Car = 0;
                            T_CKS1_2NoCar = 0;
                            T_CKS1_2Car = 0;
                        }else   if((T_CKS1_2NoCar   >TimeOutCar)   &&
(!ER_Sensor1_2)){ //::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
                            if(CK == 1){
                                return 0;
                            }
                            if(!ER_Sensor3_1){//1=error,0=not error
                                T_YellowTime=0;
                                DisplayColor1_2(YELLOW);
                                SendColor();
                                while(T_YellowTime<60);
                                Delay_50ms(20);
                                DisplayColor1_2(RED);
                                DisplayColor3_1(GREEN);
                                SendColor();
                                Delay_50ms(20);
                                T_CKS3_1NoCar   = 0;
                                T_CKS3_1Car   = 0;
                                T_CKS1_1NoCar= 0;
                                T_CKS1_1Car   = 0;
                                CK = 2;
                                while(1){
                                    if(Sensor3_1 == 0){
                                        T_CKS3_1Car = 0;
                                    }else{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    T_CKS3_1NoCar = 0;

                }
                if(Sensor1_1 == 0){
                    T_CKS1_1Car = 0;
                }else{
                    T_CKS1_1NoCar = 0;

                }
        //#################################################
                if(!ER_Sensor1_1){

        if(T_CKS1_1NoCar >TimeOutCar){
                        return 0;
                    }
                    if(T_CKS1_1Car >
TimeErCar){
                        ER_Sensor1_1 = 1;
                        return 9;// 0;
                    }
                }
        //#################################################
                if(T_CKS3_1NoCar > TimeOutCar){
                    T_YellowTime=0;
                    DisplayColor3_1(YELLOW);
                    SendColor();
                    while(T_YellowTime<60);
                    Delay_50ms(20);
                    DisplayColor1_2(GREEN);
                    DisplayColor3_1(RED);
                    SendColor();
                    break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                                    }

        //#################################################
                                                    if(T_CKS3_1Car >TimeErCar){
                                                        T_YellowTime=0;
                                                        DisplayColor3_1(YELLOW);
                                                        SendColor();
                                                        while(T_YellowTime<60);
                                                        Delay_50ms(20);
                                                        DisplayColor1_2(GREEN);
                                                        DisplayColor3_1(RED);
                                                        SendColor();
                                                        ER_Sensor3_1 = 1;
                                                        return 9;// 0;
                                                    }
                                                    //*****************************
                                                    if(ChangeMode != 0){
                                                        return 12;//Return for
ChangMode
                                                    }
                                                    //*****************************
                                                    if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                                        return 11;//Return for 3 min
                                                    }
                                                }

                                            }
                                            T_CKS1_1NoCar = 0;
                                            T_CKS1_1Car = 0;
                                            T_CKS1_2NoCar = 0;
                                            T_CKS1_2Car = 0;
                                        }
                                        //*****************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    if((T_CKS1_1Car >TimeErCar) && (!ER_Sensor1_1)){//60Sec
                        ER_Sensor1_1 = 1;
                        return 9;// 0;
                    }
                    if((T_CKS1_2Car >TimeErCar)&& (!ER_Sensor1_2)){//60Sec
                        ER_Sensor1_2 = 1;
                        return 9;// 0;
                    }
                    //*******************************
                    if(ChangeMode != 0){
                        return 12;//Return for ChangMode
                    }
                    //*******************************
                    if(T_GreenTime>TimeGreen){
                        return 11;//Return for 3 min
                    }
                }
                //*************************************
                //*************************************
            }
        //*************************************
        if(ChangeMode != 0){
            return 12;//Return for ChangMode
        }
        //*************************************
        if(T_GreenTime>TimeGreen){
            return 11;//Return for 3 min
        }
}
//*********************************************
unsigned char Step2(){
        unsigned char CK = 0;
        unsigned char StatusColor = 0;
        T_GreenTime     = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(1){

if((!ER_Sensor2_1)&&(!ER_Sensor2_2)){//************************************
        DisplayColor2_1(GREEN);
        DisplayColor2_2(GREEN);
    }else if((ER_Sensor2_1)&&(!ER_Sensor2_2)){
        DisplayColor2_2(GREEN);
    }else if((!ER_Sensor2_1)&&(ER_Sensor2_2)){
        DisplayColor2_1(GREEN);
    }else if((ER_Sensor2_1)&&(ER_Sensor2_2)){
        return 9;// 0;
    }
        SendColor();
        T_GreenTime     = 0;
        T_CKS2_1Car     = 0;
        T_CKS2_1NoCar           = 0;
        T_CKS2_2Car     = 0;
        T_CKS2_2NoCar           = 0;
        while(1){
            if(Sensor2_1 == 0){
                T_CKS2_1Car = 0;
            }else{
                T_CKS2_1NoCar = 0;
            }
            if(Sensor2_2 == 0){
                T_CKS2_2Car = 0;
            }else{
                T_CKS2_2NoCar = 0;
            }
            //************************************
            if((T_CKS2_1NoCar >TimeOutCar) && (!ER_Sensor2_1)){
                if(CK ==2){
                    return 0;
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(!ER_Sensor4_2){//1=error,0=not error
        T_YellowTime=0;
        DisplayColor2_1(YELLOW);
        SendColor();
        while(T_YellowTime<60);
        Delay_50ms(20);
        DisplayColor2_1(RED);
        DisplayColor4_2(GREEN);
        SendColor();
        Delay_50ms(20);
        T_CKS4_2NoCar       = 0;
        T_CKS4_2Car    = 0;
        T_CKS2_2NoCar       = 0;
        T_CKS2_2Car         = 0;
        CK = 1;
        while(1){
            if(Sensor4_2 == 0){
                T_CKS4_2Car = 0;
            }else{
                T_CKS4_2NoCar = 0;
            }
            if(Sensor2_2 == 0){
                T_CKS2_2Car = 0;
            }else{
                T_CKS2_2NoCar = 0;
            }
//#####################################
            if(!ER_Sensor2_2){
if(T_CKS2_2NoCar >TimeOutCar){
                return 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        }
                                        if(T_CKS2_2Car                  >
TimeErCar){
                                                ER_Sensor2_2 = 1;
                                                return 9;// 0;
                                        }
                                }

        //###################################
                                        if(T_CKS4_2NoCar > TimeOutCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor4_2(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor2_1(GREEN);
                                                DisplayColor4_2(RED);
                                                SendColor();

                                                break;
                                        }
        //###################################
                                        if(T_CKS4_2Car >TimeErCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor4_2(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor2_1(GREEN);
                                                DisplayColor4_2(RED);
                                                SendColor();
                                                ER_Sensor4_2 = 1;
                                                return 9;// 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        }

                                        //*****************************
                                        if(ChangeMode != 0){
                                                return 12;//Return for
ChangMode
                                        }
                                        //*****************************
                                        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                                return 11;//Return for 3 min
                                        }
                                }
                        }
                        T_CKS2_1NoCar = 0;
                        T_CKS2_1Car = 0;
                        T_CKS2_2NoCar = 0;
                        T_CKS2_2Car = 0;
                }else   if((T_CKS2_2NoCar   >TimeOutCar)   &&
(!ER_Sensor2_2)){ //::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
                        if(CK == 1){
                                return 0;
                        }
                        if(!ER_Sensor4_1){//1=error,0=not error
                                T_YellowTime=0;
                                DisplayColor2_2(YELLOW);
                                SendColor();
                                while(T_YellowTime<60);
                                Delay_50ms(20);
                                DisplayColor2_2(RED);
                                DisplayColor4_1(GREEN);
                                SendColor();
                                Delay_50ms(20);
                                T_CKS4_1NoCar   = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        T_CKS4_1Car    = 0;
                                        T_CKS2_1NoCar= 0;
                                        T_CKS2_1Car    = 0;
                                        CK = 2;
                                        while(1){
                                                if(Sensor4_1 == 0){
                                                        T_CKS4_1Car = 0;
                                                }else{
                                                        T_CKS4_1NoCar = 0;

                                                }
                                                if(Sensor2_1 == 0){
                                                        T_CKS2_1Car = 0;
                                                }else{
                                                        T_CKS2_1NoCar = 0;
                                                }
        //#################################################
                                                if(!ER_Sensor2_1){

        if(T_CKS2_1NoCar >TimeOutCar){
                                                                return 0;
                                                        }
                                                        if(T_CKS2_1Car                >
TimeErCar){
                                                                ER_Sensor2_1 = 1;
                                                                return 9;// 0;
                                                        }
                                                }

        //#################################################
                                                if(T_CKS4_1NoCar > TimeOutCar){
                                                        T_YellowTime=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DisplayColor4_1(YELLOW);
                SendColor();
                while(T_YellowTime<60);
                Delay_50ms(20);
                DisplayColor2_2(GREEN);
                DisplayColor4_1(RED);
                SendColor();
                break;
        }

//#################################################
        if(T_CKS4_1Car >TimeErCar){
                T_YellowTime=0;
                DisplayColor4_1(YELLOW);
                SendColor();
                while(T_YellowTime<60);
                Delay_50ms(20);
                DisplayColor2_2(GREEN);
                DisplayColor4_1(RED);
                SendColor();
                ER_Sensor4_1 = 1;
                return 9;// 0;
                break;
        }
        //*****************************
        if(ChangeMode != 0){
                return 12;//Return for
ChangMode
        }
        //*****************************
        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                return 11;//Return for 3 min
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        }

                                                }
                                                T_CKS2_1NoCar = 0;
                                                T_CKS2_1Car = 0;
                                                T_CKS2_2NoCar = 0;
                                                T_CKS2_2Car = 0;
                                        }
                                        //*******************************
                                        if((T_CKS2_1Car >TimeErCar) && (!ER_Sensor2_1)){//60Sec
                                                ER_Sensor2_1 = 1;
                                                return 9;// 0;
                                        }
                                        if((T_CKS2_2Car >TimeErCar)&& (!ER_Sensor2_2)){//60Sec
                                                ER_Sensor2_2 = 1;
                                                return 9;// 0;
                                        }
                                        //*******************************
                                        if(ChangeMode != 0){
                                                return 12;//Return for ChangMode
                                        }
                                        //*******************************
                                        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                                return 11;//Return for 3 min
                                        }
                                }
                                //************************************
                                //************************************
                        }
//****************************************
if(ChangeMode != 0){
        return 12;//Return for ChangMode
}
//****************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                return 11;//Return for 3 min
        }
}
//***********************************************
 unsigned char Step3(){
        unsigned char CK = 0;
        unsigned char StatusColor = 0;
        T_GreenTime     = 0;
        while(1){

        if((!ER_Sensor3_1)&&(!ER_Sensor3_2)){//*************************************
                        DisplayColor3_1(GREEN);
                        DisplayColor3_2(GREEN);
                }else if((ER_Sensor3_1)&&(!ER_Sensor3_2)){
                        DisplayColor3_2(GREEN);
                }else if((!ER_Sensor3_1)&&(ER_Sensor3_2)){
                        DisplayColor3_1(GREEN);
                }else if((ER_Sensor3_1)&&(ER_Sensor3_2)){
                        return 9;// 0;
                }
                        SendColor();
                        T_GreenTime     = 0;
                        T_CKS3_1Car     = 0;
                        T_CKS3_1NoCar           = 0;
                        T_CKS3_2Car     = 0;
                        T_CKS3_2NoCar           = 0;
                        while(1){
                                if(Sensor3_1 == 0){
                                        T_CKS3_1Car = 0;
                                }else{
                                        T_CKS3_1NoCar = 0;
                                }
                                if(Sensor3_2 == 0){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            T_CKS3_2Car = 0;
        }else{
            T_CKS3_2NoCar = 0;
        }
        //*************************************
        if((T_CKS3_1NoCar >TimeOutCar) && (!ER_Sensor3_1)){
            if(CK ==2){
                return 0;
            }
            if(!ER_Sensor1_2){//1=error,0=not error
                T_YellowTime=0;
                DisplayColor3_1(YELLOW);
                SendColor();
                while(T_YellowTime<60);
                Delay_50ms(20);
                DisplayColor3_1(RED);
                DisplayColor1_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(20);
                T_CKS1_2NoCar       = 0;
                T_CKS1_2Car    = 0;
                T_CKS3_2NoCar       = 0;
                T_CKS3_2Car         = 0;
                CK = 1;
                while(1){
                    if(Sensor1_2 == 0){
                        T_CKS1_2Car = 0;
                    }else{
                        T_CKS1_2NoCar = 0;

                    }
                    if(Sensor3_2 == 0){
                        T_CKS3_2Car = 0;
                    }else{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        T_CKS3_2NoCar = 0;

                                    }

    //#################################
                                    if(!ER_Sensor3_2){

    if(T_CKS3_2NoCar >TimeOutCar){
                                            return 0;
                                        }
                                        if(T_CKS3_2Car                >
TimeErCar){
                                            ER_Sensor3_2 = 1;
                                            return 9;// 0;
                                        }
                                    }

    //#################################
                                    if(T_CKS1_2NoCar > TimeOutCar){
                                        T_YellowTime=0;
                                        DisplayColor1_2(YELLOW);
                                        SendColor();
                                        while(T_YellowTime<60);
                                        Delay_50ms(20);
                                        DisplayColor3_1(GREEN);
                                        DisplayColor1_2(RED);
                                        SendColor();

                                        break;
                                    }

    //#################################
                                    if(T_CKS1_2Car >TimeErCar){
                                        T_YellowTime=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        DisplayColor1_2(YELLOW);
                                        SendColor();
                                        while(T_YellowTime<60);
                                        Delay_50ms(20);
                                        DisplayColor3_1(GREEN);
                                        DisplayColor1_2(RED);
                                        SendColor();
                                        ER_Sensor1_2 = 1;
                                        return 9;// 0;
                                    }

                                    //*****************************
                                    if(ChangeMode != 0){
                                        return 12;//Return for
ChangMode
                                    }
                                    //*****************************
                                    if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                        return 11;//Return for 3 min
                                    }
                                }
                            }
                            T_CKS3_1NoCar = 0;
                            T_CKS3_1Car = 0;
                            T_CKS3_2NoCar = 0;
                            T_CKS3_2Car = 0;
                        }else if((T_CKS3_2NoCar >TimeOutCar) &&
(!ER_Sensor3_2)){ //::::::::::::::::::::::::::::::::::::
                            if(CK == 1){
                                return 0;
                            }
                            if(!ER_Sensor1_1){//1=error,0=not error
                                T_YellowTime=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DisplayColor3_2(YELLOW);
                SendColor();
                while(T_YellowTime<60);
                Delay_50ms(20);
                DisplayColor3_2(RED);
                DisplayColor1_1(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(20);
                T_CKS1_1NoCar          = 0;
                T_CKS1_1Car    = 0;
                T_CKS3_1NoCar= 0;
                T_CKS3_1Car    = 0;
                CK = 2;
                while(1){
                        if(Sensor1_1 == 0){
                                T_CKS1_1Car = 0;
                        }else{
                                T_CKS1_1NoCar = 0;
                        }
                        if(Sensor3_1 == 0){
                                T_CKS3_1Car = 0;
                        }else{
                                T_CKS3_1NoCar = 0;
                        }

//################################################
                        if(!ER_Sensor3_1){

if(T_CKS3_1NoCar >TimeOutCar){
                                        return 0;
                                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if(T_CKS3_1Car              >
TimeErCar){
                                                ER_Sensor3_1 = 1;
                                                return 9;// 0;
                                        }
                                }

        //##############################################
                                if(T_CKS1_1NoCar > TimeOutCar){
                                        T_YellowTime=0;
                                        DisplayColor1_1(YELLOW);
                                        SendColor();
                                        while(T_YellowTime<60);
                                        Delay_50ms(20);
                                        DisplayColor3_2(GREEN);
                                        DisplayColor1_1(RED);
                                        SendColor();
                                        break;
                                }
        //##############################################
                                if(T_CKS1_1Car >TimeErCar){
                                        T_YellowTime=0;
                                        DisplayColor1_1(YELLOW);
                                        SendColor();
                                        while(T_YellowTime<60);
                                        Delay_50ms(20);
                                        DisplayColor3_2(GREEN);
                                        DisplayColor1_1(RED);
                                        SendColor();
                                        ER_Sensor1_1 = 1;
                                        return 9;// 0;
                                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        //*****************************
                                        if(ChangeMode != 0){
                                                return 12;//Return for
ChangMode
                                        }
                                        //*****************************
                                        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                                return 11;//Return for 3 min
                                        }
                                }

                        }
                        T_CKS3_1NoCar = 0;
                        T_CKS3_1Car = 0;
                        T_CKS3_2NoCar = 0;
                        T_CKS3_2Car = 0;
                }
                //*****************************
                if((T_CKS3_1Car >TimeErCar) && (!ER_Sensor3_1)){//60Sec
                        ER_Sensor3_1 = 1;
                        return 0;
                }
                if((T_CKS3_2Car >TimeErCar)&& (!ER_Sensor3_2)){//60Sec
                        ER_Sensor3_2 = 1;
                        return 0;
                }
                //*****************************
                if(ChangeMode != 0){
                        return 12;//Return for ChangMode
                }
                //*****************************
                if(T_GreenTime>TimeGreen){
                        return 11;//Return for 3 min
                }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                }
                //************************************
                //************************************
        }
        //****************************************
        if(ChangeMode != 0){
                return 12;//Return for ChangMode
        }
        //****************************************
        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                return 11;//Return for 3 min
        }
}
//*********************************************
unsigned char Step4(){
        unsigned char CK = 0;
        unsigned char StatusColor = 0;
        T_GreenTime     = 0;
        while(1){

        if((!ER_Sensor4_1)&&(!ER_Sensor4_2)){//************************************
                        DisplayColor4_1(GREEN);
                        DisplayColor4_2(GREEN);
                }else if((ER_Sensor4_1)&&(!ER_Sensor4_2)){
                        DisplayColor4_2(GREEN);
                }else if((!ER_Sensor4_1)&&(ER_Sensor4_2)){
                        DisplayColor4_1(GREEN);
                }else if((ER_Sensor4_1)&&(ER_Sensor4_2)){
                        return 9;// 0;
                }
                        SendColor();
                        T_GreenTime     = 0;
                        T_CKS4_1Car     = 0;
                        T_CKS4_1NoCar           = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
T_CKS4_2Car    = 0;
T_CKS4_2NoCar          = 0;
while(1){
        if(Sensor4_1 == 0){
                T_CKS4_1Car = 0;
        }else{
                T_CKS4_1NoCar = 0;
        }
        if(Sensor4_2 == 0){
                T_CKS4_2Car = 0;
        }else{
                T_CKS4_2NoCar = 0;
        }
        //************************************
        if((T_CKS4_1NoCar >TimeOutCar) && (!ER_Sensor4_1)){
                if(CK ==2){
                        return 0;
                }
                if(!ER_Sensor2_2){//1=error,0=not error
                        T_YellowTime=0;
                        DisplayColor4_1(YELLOW);
                        SendColor();
                        while(T_YellowTime<60);
                        Delay_50ms(20);
                        DisplayColor4_1(RED);
                        DisplayColor2_2(GREEN);
                        SendColor();
                        Delay_50ms(20);
                        T_CKS2_2NoCar          = 0;
                        T_CKS2_2Car    = 0;
                        T_CKS4_2NoCar          = 0;
                        T_CKS4_2Car            = 0;
                        CK = 1;
                        while(1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        if(Sensor2_2 == 0){
                                                T_CKS2_2Car = 0;
                                        }else{
                                                T_CKS2_2NoCar = 0;

                                        }
                                        if(Sensor4_2 == 0){
                                                T_CKS4_2Car = 0;
                                        }else{
                                                T_CKS4_2NoCar = 0;

                                        }
        //###################################
                                        if(!ER_Sensor4_2){

        if(T_CKS4_2NoCar >TimeOutCar){
                                                        return 0;
                                                }
                                                if(T_CKS4_2Car                >
TimeErCar){
                                                        ER_Sensor4_2 = 1;
                                                        return 9;// 0;
                                                }
                                        }

        //###################################
                                        if(T_CKS2_2NoCar > TimeOutCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor2_2(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor4_1(GREEN);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        DisplayColor2_2(RED);
                                        SendColor();

                                        break;
                                    }

        //#################################

                                    if(T_CKS2_2Car >TimeErCar){
                                        T_YellowTime=0;
                                        DisplayColor2_2(YELLOW);
                                        SendColor();
                                        while(T_YellowTime<60);
                                        Delay_50ms(20);
                                        DisplayColor4_1(GREEN);
                                        DisplayColor2_2(RED);
                                        SendColor();
                                        return 0;
                                    }

                                    //*******************************
                                    if(ChangeMode != 0){
                                        return 12;//Return for
ChangMode
                                    }
                                    //*******************************
                                    if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                        return 11;//Return for 3 min
                                    }
                                }
                            }
                            T_CKS4_1NoCar = 0;
                            T_CKS4_1Car = 0;
                            T_CKS4_2NoCar = 0;
                            T_CKS4_2Car = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    }else    if((T_CKS4_2NoCar    >TimeOutCar)    &&
(!ER_Sensor4_2)){ //::::::::::::::::::::::::::::::::::::
                        if(CK == 1){
                            return 0;
                        }
                        if(!ER_Sensor2_1){//1=error,0=not error
                            T_YellowTime=0;
                            DisplayColor4_2(YELLOW);
                            SendColor();
                            while(T_YellowTime<60);
                            Delay_50ms(20);
                            DisplayColor4_2(RED);
                            DisplayColor2_1(GREEN);
                            SendColor();
                            Delay_50ms(20);
                            T_CKS2_1NoCar      = 0;
                            T_CKS2_1Car    = 0;
                            T_CKS4_1NoCar= 0;
                            T_CKS4_1Car    = 0;
                            CK = 2;
                            while(1){
                                if(Sensor2_1 == 0){
                                    T_CKS2_1Car = 0;
                                }else{
                                    T_CKS2_1NoCar = 0;
                                }
                                if(Sensor4_1 == 0){
                                    T_CKS4_1Car = 0;
                                }else{
                                    T_CKS4_1NoCar = 0;
                                }
                    //##################################################
                                if(!ER_Sensor4_1){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(T_CKS4_1NoCar >TimeOutCar){
                                                    return 0;
                                                }
                                                if(T_CKS4_1Car                >
TimeErCar){
                                                    ER_Sensor4_1 = 1;
                                                    return 9;// 0;
                                                }
                                            }
                                        //#################################################
                                            if(T_CKS2_1NoCar > TimeOutCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor2_1(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor4_2(GREEN);
                                                DisplayColor2_1(RED);
                                                SendColor();
                                                break;
                                            }
                                        //#################################################
                                            if(T_CKS2_1Car >TimeErCar){
                                                T_YellowTime=0;
                                                DisplayColor2_1(YELLOW);
                                                SendColor();
                                                while(T_YellowTime<60);
                                                Delay_50ms(20);
                                                DisplayColor4_2(GREEN);
                                                DisplayColor2_1(RED);
                                                SendColor();
                                                ER_Sensor2_1 = 1;
                                                return 9;// 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                        }

                                        //*****************************
                                        if(ChangeMode != 0){
                                                return 12;//Return for
ChangMode
                                        }
                                        //*****************************
                                        if(T_GreenTime>TimeGreen){
                                                return 11;//Return for 3 min
                                        }
                                }
                        }
                        T_CKS4_1NoCar = 0;
                        T_CKS4_1Car = 0;
                        T_CKS4_2NoCar = 0;
                        T_CKS4_2Car = 0;
                }
                //*****************************
                if((T_CKS4_1Car >TimeErCar) && (!ER_Sensor4_1)){//60Sec
                        ER_Sensor4_1 = 1;
                        return 9;// 0;
                }
                if((T_CKS4_2Car >TimeErCar)&& (!ER_Sensor4_2)){//60Sec
                        ER_Sensor4_2 = 1;
                        return 9;// 0;
                }
                //*****************************
                if(ChangeMode != 0){
                        return 12;//Return for ChangMode
                }
                //*****************************
                if(T_GreenTime>TimeGreen){
                        return 11;//Return for 3 min
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    }
                }
                //*************************************
                //*************************************
            }
        //*****************************************
        if(ChangeMode != 0){
            return 12;//Return for ChangMode
        }
        //*****************************************
        if(T_GreenTime>TimeGreen){
            return 11;//Return for 3 min
        }
} //*********************************************
void SetRefAll(){
        if((Lamp1_1G == Lamp_ON)||(Lamp1_1Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor1_1(YELLOW);
        }
        if((Lamp1_2G == Lamp_ON)||(Lamp1_2Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor1_2(YELLOW);
        }
        if((Lamp2_1G == Lamp_ON)||(Lamp2_1Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor2_1(YELLOW);
        }
        if((Lamp2_2G == Lamp_ON)||(Lamp2_2Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor2_2(YELLOW);
        }
        if((Lamp3_1G == Lamp_ON)||(Lamp3_1Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor3_1(YELLOW);
        }
        if((Lamp3_2G == Lamp_ON)||(Lamp3_2Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor3_2(YELLOW);
        }
        if((Lamp4_1G == Lamp_ON)||(Lamp4_1Y == Lamp_ON)){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DisplayColor4_1(YELLOW);
        }
        if((Lamp4_2G == Lamp_ON)||(Lamp4_2Y == Lamp_ON)){
            DisplayColor4_2(YELLOW);
        }
        Delay_50ms(10);
        SendColor();
        T_YellowTime=0;
        while(T_YellowTime<60);
        Delay_50ms(20);
        DisplayColor1_1(RED);
        DisplayColor1_2(RED);
        DisplayColor2_1(RED);
        DisplayColor2_2(RED);
        DisplayColor3_1(RED);
        DisplayColor3_2(RED);
        DisplayColor4_1(RED);
        DisplayColor4_2(RED);
        SendColor();
        Delay_50ms(10);
}
//*********************************************
void Initial(void){
        EnableInternalRam();
        SCON  =     0x50;
        T2CON =     0x30;
        RCAP2H      =     0xFF; //9600
        RCAP2L      =     0xDC;
        TH2         =     0xFF;
        TL2         =     0xDC;

        TMOD  =     0x11;
        IE          =  0x92;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        TH0     =       0x4c ; //50ms
        TL0     =       0x00 ;
        TR0     =       1;
        IT1     =       1;
        TR2             =       1;

}
//*********************************************
void CkStatusER_SensorAll(){
        if(ER_Sensor1_1){//  1=error;0=no error
                if(!Sensor1_1){// 0=NoCar;1=Car
                        ER_Sensor1_1 = 0;
                        SendSensorOk('1','1');
    }else
                        SendSensorError('1','1');
        }
        if(ER_Sensor1_2){
                if(!Sensor1_2){
                        ER_Sensor1_2=0;
                        SendSensorOk('1','2');
                }else
                        SendSensorError('1','2');
        }
        if(ER_Sensor2_1){
                if(!Sensor2_1){
                        ER_Sensor2_1=0;
                        SendSensorOk('2','1');
                }else
                        SendSensorError('2','1');
        }
        if(ER_Sensor2_2){
                if(!Sensor2_2){
                        ER_Sensor2_2=0;
                        SendSensorOk('2','2');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }else
                SendSensorError('2','2');
        }
        if(ER_Sensor3_1){
            if(!Sensor3_1){
                ER_Sensor3_1=0;
                SendSensorOk('3','1');
            }else
                SendSensorError('3','1');
        }
        if(ER_Sensor3_2){
            if(!Sensor3_2){
                ER_Sensor3_2=0;
                SendSensorOk('3','2');
            }else
                SendSensorError('3','2');
        }
        if(ER_Sensor4_1){
            if(!Sensor4_1){
                ER_Sensor4_1=0;
                SendSensorOk('4','1');
            }else
                SendSensorError('4','1');
        }
        if(ER_Sensor4_2){
            if(!Sensor4_2){
                ER_Sensor4_2=0;
                SendSensorOk('4','2');
            }else
                SendSensorError('4','2');
        }
    }
    //*********************************************
    unsigned char AutoMode(){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned char RetAuto = 0;
SetRefAll();
while(1){
        RetAuto = Step1();
        SetRefAll();
        CkStatusER_SensorAll();
        if(ChangeMode != 0)
                return ChangeMode;
        if(RetAuto==9){
                ChangeMode = 9;
                return ChangeMode;
        }
        //**********************
        RetAuto = Step2();
        SetRefAll();
        CkStatusER_SensorAll();
        if(ChangeMode != 0)
                return ChangeMode;
        if(RetAuto==9){
                ChangeMode = 9;
                return ChangeMode;
        }
        //**********************
        RetAuto = Step3();
        SetRefAll();
        CkStatusER_SensorAll();
        if(ChangeMode != 0)
                return ChangeMode;
        if(RetAuto==9){
                ChangeMode = 9;
                return ChangeMode;
        }
        //**********************
        RetAuto = Step4();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SetRefAll();
                CkStatusER_SensorAll();
                if(ChangeMode != 0)
                        return ChangeMode;
                if(RetAuto==9){
                        ChangeMode = 9;
                        return ChangeMode;
                }
        }
}
//*********************************************
unsigned char ManualMode(){
        do{
                switch(ChangeMode){
                        case '1':
                                SetRefAll();
                                DisplayColor2_1(GREEN);
                                DisplayColor4_1(GREEN);
                                SendColor();
                                Delay_50ms(20);
                                while(ChangeMode == '1');
                        break;
                        case '2':
                                SetRefAll();
                                DisplayColor1_1(GREEN);
                                DisplayColor3_1(GREEN);
                                SendColor();
                                Delay_50ms(20);
                                while(ChangeMode == '2');
                        break;
                        case '3':
                                SetRefAll();
                                DisplayColor2_2(GREEN);
                                DisplayColor4_2(GREEN);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
                while(ChangeMode == '3');
        break;
        case '4':
                SetRefAll();
                DisplayColor1_2(GREEN);
                DisplayColor3_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
                while(ChangeMode == '4');
        break;
        case '5':
                SetRefAll();
                DisplayColor3_1(GREEN);
                DisplayColor3_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
                while(ChangeMode == '5');
        break;
        case '6':
                SetRefAll();
                DisplayColor1_1(GREEN);
                DisplayColor1_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
                while(ChangeMode == '6');
        break;
        case '7':
                SetRefAll();
                DisplayColor4_1(GREEN);
                DisplayColor4_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                while(ChangeMode == '7');
            break;
            case '8':
                SetRefAll();
                DisplayColor2_1(GREEN);
                DisplayColor2_2(GREEN);
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
                while(ChangeMode == '8');
            break;
            case 0:
                SetRefAll();
                SendColor();
                Delay_50ms(10);
            break;
        }
    }while(ChangeMode != 0);
    Delay_50ms(10);
    return ChangeMode;
}
//*********************************************
void main(){
    unsigned char buf = 0;
    Initial();
    Err_Sensor = 0x00;
    Lamp_1 = 0xFF;
    Lamp_2 = 0xFF;
    Lamp_3 = 0xFF;
    DisplayColor1_1(RED);
    DisplayColor1_2(RED);
    DisplayColor2_1(RED);
    DisplayColor2_2(RED);
    DisplayColor3_1(RED);
    DisplayColor3_2(RED);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        DisplayColor4_1(RED);
        DisplayColor4_2(RED);
        SendColor();
        Delay_50ms(20);
        while(1){
                if(ChangeMode == 0){
                        AutoMode();
                }else{
                        ManualMode();
                }
        }
}
```

โปรแกรมของบอร์ด Slave1 ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ Stepper Motor

```
#include <REG52.H>
#include <P89v51rd2.h>
#include <register.h>
//***********************************************
#define Enter     0x0D
#define Esc       0x1B
#define BS                0x08
#define LF                0x0A    //'\n'
#define CR                0x0D    //'\r'
#define EndStr    0x00    //'\0'


#define StartByte         0x02
#define StopByte 0x03

#define Lamp_ON           0
#define Lamp_OFF          1

#define RED               0
#define YELLOW                    1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define GREEN           2

#define RecvSize        100
#define TimeOutSerial   10000
//***********************************************
sbit LampTest  = P3^4;
sbit LampTest1  = P3^5;
//***********************************************
xdata unsigned char Recv[RecvSize] _at_ 0x0000;
unsigned char LenRecv = 0;
unsigned int Time = 0;
sbit ENMoter1_1 = P2^0;
sbit ENMoter1_2 = P2^1;
sbit ENMoter2_1 = P2^3;
sbit ENMoter2_2 = P2^2;
sbit ENMoter3_1 = P2^4;
sbit ENMoter3_2 = P2^5;
sbit ENMoter4_1 = P2^6;
sbit ENMoter4_2 = P2^7;
//***********************************************
void Delay_1ms(unsigned int Count){
        while(Count){
                TH1 = 0xFC ;
                TL1 = 0x67;
                TR1 = 1;
                while(!TF1);
                TF1 = 0;
                Count--;
        }
}
void Delay_50ms(unsigned int Count){
        while(Count){
                TH1 = 0x4c ;
                TL1 = 0x00 ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                TR1 = 1;
                while(!TF1);
                TF1 = 0;
                Count--;
        }
}
//*********************************************
unsigned char Rx(void){
        while(~RI);
        RI = 0;
        return SBUF;
}
//*********************************************
void ReadSerial(void){
unsigned int count = 0;
        LenRecv = 0;
        while(1){
                if(LenRecv<RecvSize){
                        Recv[LenRecv] = SBUF;
                        LenRecv++;
                }
                RI = 0;
                count = 0;
                do{
                        count++;
                }while((RI==0)&&(count<TimeOutSerial));
                if((count ==TimeOutSerial)){
                        Recv[LenRecv] = EndStr;
                        break;
                }
        }
        RI = 0;
}
//*********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Interrupt_T0(void) interrupt 1{//50ms
        TH0 = 0x4c ;
        TL0 = 0x00 ;
        Time++;
        if(Time > 50){
                LampTest = ~LampTest;
                Time =0;
        }
        TR0 = 1;
}
//*********************************************
void Interrupt_Serial(void) interrupt 4{
        ES      =       0;
        if(RI){
                ReadSerial();
                if((Recv[0] == 0x02)&&(Recv[1] == 'L')){
                        if(Recv[6] == 0){
                                ENMoter1_1 = 0;
                        }else{
                                ENMoter1_1 = 1;
                        }

                        if(Recv[10] == 0){
                                ENMoter1_2 = 0;
                        }else{
                                ENMoter1_2 = 1;
                        }

                        if(Recv[15] == 0){
                                ENMoter2_1 = 0;
                        }else{
                                ENMoter2_1 = 1;
                        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                if(Recv[19] == 0){
                        ENMoter2_2 = 0;
                }else{
                        ENMoter2_2 = 1;
                }

                if(Recv[24] == 0){
                        ENMoter3_1 = 0;
                }else{
                        ENMoter3_1 = 1;
                }

                if(Recv[28] == 0){
                        ENMoter3_2 = 0;
                }else{
                        ENMoter3_2 = 1;
                }

                if(Recv[33] == 0){
                        ENMoter4_1 = 0;
                }else{
                        ENMoter4_1 = 1;
                }

                if(Recv[37] == 0){
                        ENMoter4_2 = 0;
                }else{
                        ENMoter4_2 = 1;
                }
            }
        }
        ES =    1;
    }
    //*********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Initial(void){
        EnableInternalRam();
        SCON  =     0x50;
        T2CON =     0x30;
        RCAP2H      =       0xFF; //9600
        RCAP2L      =       0xDC;
        TH2         =       0xFF;
        TL2         =       0xDC;

        TMOD  =     0x11;
        IE          =  0x92;

        TH0   =     0x4c ; //50ms
        TL0   =     0x00 ;
        TR0   =     1;
        IT1   =     1;
        TR2         =       1;
        P1    =  0xFF;
}
//*********************************************
void main(){
        Initial();
        Delay_50ms(10);
        P2 = 0xFF;
        Delay_50ms(10);
        while(1){
                        P0 = 0x00;
                        Delay_1ms(4);
                        P0 = 0xFF;
                        Delay_1ms(4);
        }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของบอร์ด Slave2 ที่ใช้ควบคุมการทำงานของ LED ที่แสดงสถานะของสัญญาณจราจร

```
#include <REG52.H>
#include <P89v51rd2.h>
#include <register.h>
//***********************************************
#define Enter     0x0D
#define Esc       0x1B
#define BS        0x08
#define LF        0x0A    //'\n'
#define CR        0x0D    //'\r'
#define EndStr    0x00    //'\0'

#define StartByte 0x02
#define StopByte 0x03

#define Lamp_ON 0
#define Lamp_OFF 1

#define RED 0
#define YELLOW 1
#define GREEN 2

#define RecvSize  100
#define TimeOutSerial 10000
//***********************************************
sbit LampTest   = P3^4;
sbit LampTest1  = P3^5;
//***********************************************
xdata unsigned char Recv[RecvSize] _at_ 0x0000;
unsigned char LenRecv = 0;
unsigned int Time = 0;
//***********************************************
void Delay_50ms(unsigned int Count){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
while(Count){
                TH1 = 0x4c ;
                TL1 = 0x00 ;
                TR1 = 1;
while(!TF1);
                TF1 = 0;
                Count--;
                }
}
//*********************************************
unsigned char Rx(void){
while(~RI);
        RI = 0;
        return SBUF;
}
//*********************************************
void ReadSerial(void){
unsigned int count = 0;
LenRecv = 0;
while(1){
        if(LenRecv<RecvSize){
                Recv[LenRecv] = SBUF;
                LenRecv++;
        }
RI = 0;
count = 0;
do{
    count++;
}while((RI==0)&&(count<TimeOutSerial));
    if((count ==TimeOutSerial)){
                    Recv[LenRecv] = EndStr;
                            break;}
                    }
    RI = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
//*********************************************
void DisplayColor1_1(unsigned D_Color){
Lamp1_1R = Lamp_OFF;
Lamp1_1Y = Lamp_OFF;
Lamp1_1G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp1_1R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp1_1Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp1_1G = Lamp_ON;
        break;
        }
}
//*********************************************
void DisplayColor1_2(unsigned D_Color){
Lamp1_2R = Lamp_OFF;
Lamp1_2Y = Lamp_OFF;
Lamp1_2G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp1_2R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp1_2Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp1_2G = Lamp_ON;
        break;}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//*********************************************
void DisplayColor2_1(unsigned D_Color){
Lamp2_1R = Lamp_OFF;
Lamp2_1Y = Lamp_OFF;
Lamp2_1G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp2_1R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp2_1Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp2_1G = Lamp_ON;
        break;}
}
//*********************************************
void DisplayColor2_2(unsigned D_Color){
Lamp2_2R = Lamp_OFF;
Lamp2_2Y = Lamp_OFF;
Lamp2_2G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
          Lamp2_2R = Lamp_ON;
          break;
case YELLOW:
        Lamp2_2Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp2_2G = Lamp_ON;
        break;}
}
//*********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void DisplayColor3_1(unsigned D_Color){
Lamp3_1R = Lamp_OFF;
Lamp3_1Y = Lamp_OFF;
Lamp3_1G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp3_1R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp3_1Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp3_1G = Lamp_ON;
        break;}
}
//*********************************************
void DisplayColor3_2(unsigned D_Color){
Lamp3_2R = Lamp_OFF;
Lamp3_2Y = Lamp_OFF;
Lamp3_2G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp3_2R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp3_2Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp3_2G = Lamp_ON;
        break;}
}
//*********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void DisplayColor4_1(unsigned D_Color){
Lamp4_1R = Lamp_OFF;
Lamp4_1Y = Lamp_OFF;
Lamp4_1G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp4_1R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp4_1Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp4_1G = Lamp_ON;
        break;}
}
//***********************************************
void DisplayColor4_2(unsigned D_Color){
Lamp4_2R = Lamp_OFF;
Lamp4_2Y = Lamp_OFF;
Lamp4_2G = Lamp_OFF;
switch(D_Color){
case RED:
        Lamp4_2R = Lamp_ON;
        break;
case YELLOW:
        Lamp4_2Y = Lamp_ON;
        break;
case GREEN:
        Lamp4_2G = Lamp_ON;
        break;}
}
//***********************************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void Interrupt_T0(void) interrupt 1{//50ms
TH0 = 0x4c ;
TL0 = 0x00 ;
Time++;
if(Time > 10){
        LampTest = ~LampTest;
        Time =0;
}
        TR0 = 1;
}
//***********************************************
void Interrupt_Serial(void) interrupt 4{
ES = 0;
if(RI){
        ReadSerial();
        if((Recv[0] == 0x02)&&(Recv[1] == 'L')){
Lamp1_1R = Recv[4];
Lamp1_1Y = Recv[5];
Lamp1_1G = Recv[6];

Lamp1_2R = Recv[8];
Lamp1_2Y = Recv[9];
Lamp1_2G = Recv[10];

Lamp2_1R = Recv[13];
Lamp2_1Y = Recv[14];
Lamp2_1G = Recv[15];

Lamp2_2R = Recv[17];
Lamp2_2Y = Recv[18];
Lamp2_2G = Recv[19];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Lamp3_1R = Recv[22];
Lamp3_1Y = Recv[23];
Lamp3_1G = Recv[24];

Lamp3_2R = Recv[26];
Lamp3_2Y = Recv[27];
Lamp3_2G = Recv[28];

Lamp4_1R = Recv[31];
Lamp4_1Y = Recv[32];
Lamp4_1G = Recv[33];

Lamp4_2R = Recv[35];
Lamp4_2Y = Recv[36];
Lamp4_2G = Recv[37];
        }
}
RI =  0;
ES  = 1;
}
//*****************************************
void Initial(void){
        EnableInternalRam();
        SCON    =       0x50;
        T2CON   =       0x30;
        RCAP2H  =       0xFF; //9600
        RCAP2L  =       0xDC;
        TH2     =       0xFF;
        TL2     =       0xDC;

        TMOD    =       0x11;
        IE      =       0x90;

        TR2     =       1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    P1    =  0xFF;
}
//*********************************************
void main(){
    Initial();
    DisplayColor1_1(RED);
    DisplayColor1_2(RED);
    DisplayColor2_1(RED);
    DisplayColor2_2(RED);
    DisplayColor3_1(RED);
    DisplayColor3_2(RED);
    DisplayColor4_1(RED);
    DisplayColor4_2(RED);
    Delay_50ms(1);
    while(1);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้