ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

(Traffic Light Control System)

โดย

น.ส. จรัสศรี เจริญผล 33100046

นาย พรเทพ ปันยารชุน 33100240

น.ส. อรณัตร สุขมาก 33100499

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเลคทรอนิคส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033215

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2536

ภาควิชาอิเลคทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

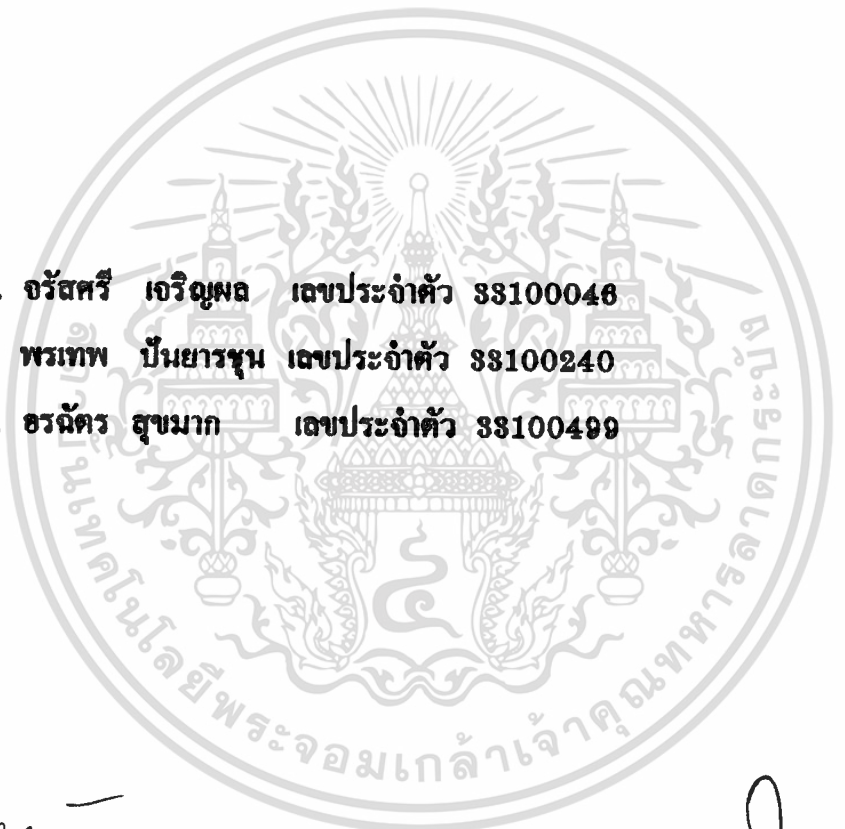
เรื่อง ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร (Traffic Light Control System)

ผู้จัดทำ

น.ส. อรัสศรี เจริญผล เลขประจำตัว 38100046

นาย พรเทพ ปันยารชุน เลขประจำตัว 38100240

น.ส. อรฉัตร สุขมาก เลขประจำตัว 38100499



.....

(อาจารย์ โกศล ชวนชยัน)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ สุชาติ คุณทวีเทพ)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

Traffic Light Control System

โดย น.ส.จรัสศรี เจริญผล เลขประจำตัว 33100046
นาย พรเทพ ปันยารชุน เลขประจำตัว 33100240
น.ส.อรณัตร สุขมาก เลขประจำตัว 33100499

ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์ คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษา อ. โกศล ชวนขยัน
อ. สุชาติ คุณทวีเทพ

บทคัดย่อ

ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรนี้เป็นโครงงานที่มีจุดประสงค์เพื่อที่จะเป็นแนวคิดในการออกแบบระบบการควบคุมสัญญาณไฟจราจรอัตโนมัติที่ได้มีการนำเอาปริมาณรถที่วัดมาได้จากสภาพการจราจรที่เป็นอยู่มาเป็นตัว กำหนดการปล่อยรถโดยระบบที่จะนำเสนอต่อไปจะมีทั้งแบบที่ควบคุมอัตโนมัติและแบบที่ใช้คนเข้ามาควบคุม ซึ่งสามารถทำได้โดยการเลือกจากจอคอมพิวเตอร์และระบบนี้จะทำการควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์โดยผ่านทางการ์ดควบคุม (Control Card) ที่สร้างขึ้นการรับส่งข้อมูลจะผ่าน ทางไอซี8255 ส่วนการวัดปริมาณรถจะทำโดย ใช้เครื่องมือวัดทางกล (MechanicTool) ที่สร้างขึ้นแล้วนำ ค่าที่ได้มาเข้า วงจรนับ (Counter Circuit) การควบคุมการทำงานทั้งหมดจะใช้ โปรแกรมภาษาซี (C Language) มาเขียน ส่วนการควบคุมจากคอมพิวเตอร์การแสดงผลนั้นจะมีทั้งทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ และทางแบบจำลอง (Model) ที่สร้างขึ้นแบบจำลองใน โครงงานนี้ประกอบ ด้วย 4 ทางแยก (2 สี่แยก และ 2 สามแยก)

Abstract

This traffic light control system is the project that aims for designing an automatic light control system. This system uses the flowrate taken from a road sensed by computer to define the pattern. This system contains the automatic and manual-system. These two systems can be selected from program. This system can be controled by computer through the control card. This card uses IC 8255 to in and out data. The flowrate is measured by mechanic tool at each side of road and this data is passed to counter circuit. All control is written on C language. The output can be detected from computer and model.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1

บทนำ **1-1**

บทที่ 2

ระบบไฟจราจร **2-1**

บทที่ 3

วงจรการทำงาน

3.1 INTERFACE CARD **3-1**

3.1.1 รายละเอียดของ Slot **3-2**

3.2. วงจรเอาท์พุท **3-6**

3.3 วงจรเซนเซอร์ **3-9**

3.3.1 วงจรออสซิเลเตอร์ **3-10**

3.3.2 ทฤษฎีสนามแม่เหล็ก **3-11**

3.3.3 วงจรเทียบแรงดัน **3-12**

3.3.4 Retriggerable Monostable **3-14**

3.3.5 วงจรเคาท์เตอร์ **3-16**

3.3.6 ผลการวัดสัญญาณ ณ จุดต่าง ๆ ในวงจร Sensor **3-17**

บทที่ 4

โปรแกรมการทำงาน

4.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงาน **4-1**

4.2 Flowchart **4-5**

4.3 Software การทำงาน **4-8**

บทที่ 5

สรุปผลและแนวทางการทำงาน **5-1**

เอกสารอ้างอิง

DATA BOOK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้เป็นการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personnal Computer) มาประยุกต์ใช้โดยนำมาใช้ในส่วนของการควบคุมอัตโนมัติ การติดต่อระหว่างกันจะใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมภาษาซี (C Language) การติดต่อกันระหว่างระบบกับการจราจรจะทำโดยผ่านการ์ดที่ใช้เสียบกับสล๊อต (SLOT) ผ่านพอร์ต A B C ของไอซี 8255 การควบคุมสามารถใช้ได้ทั้งแบบอัตโนมัตและ แบบใช้คนควบคุม

การควบคุมอัตโนมัติจะใช้ข้อมูลอัตราการไหลและจำนวนรถที่มีอยู่จากตัวเซนเซอร์ที่สร้างขึ้นโดยอาศัยหลักการของการออสซิเลทมาใช้ นำค่าเอาท์พุทมาเข้าวงจรนับแล้วป้อนเข้าพอร์ทC

การควบคุมโดยคนจะทำงานตามคำสั่งของผู้ควบคุมโดยจะทำตามข้อความที่ขึ้นบนหน้าจอการเลือกการทำงานทำได้จากเมนูเมื่อเริ่มโปรแกรม

เนื้อหาภายในจะประกอบด้วยส่วนของวงจรอินเตอร์เฟสวงจรเซนเซอร์และตัวอย่างขอโปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบไฟจราจร

ปัจจุบันระบบไฟจราจรทั่วไปจะมีลักษณะที่สำคัญ ๆ แบ่งได้เป็นสองลักษณะด้วยกันคือ

1. ระบบที่ควบคุมด้วยตำรวุจจราจร

2. ระบบอัตโนมัติที่ทำงานตามการนับเวลา

แต่ว่าในภาวะปัจจุบันที่มีการจราจรติดขัดจำนวนมากการทำระบบควบคุมไฟจราจรอัตโนมัติจึงได้มีบทบาทในการทำการควบคุมเช่นมีการติดกล้องตรวจจับปริมาณรถแล้วนำมาควบคุมที่ศูนย์กลางการควบคุม

ระบบควบคุมไฟจราจรอัตโนมัติที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะเป็นระบบที่คิดขึ้นเพื่อความสะดวกในการควบคุมไฟจราจร โดยจะแบ่งการควบคุมเป็นสองระบบคือ

1.การควบคุมโดยใช้กล้องหรือใช้ค่าที่วัดปริมาณรถจากแยกแล้วใช้คนควบคุมที่ศูนย์กลางการควบคุม

2.ควบคุมโดยอัตโนมัติโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมคอมพิวเตอร์จะนำค่าอัตราการไหลของรถมาคำนวณวิธีการปล่อยรถ

ข้อดีของระบบนี้คือ

1. ประหยัดกำลังคนที่ใช้ในการควบคุม

2.สามารถทำการควบคุมเป็นกลุ่มสี่แยกโดยนำแยกต่างๆมารวมเป็นกลุ่มหรือจะควบคุมเป็นแยกเดี่ยวก็ได้

ข้อเสียของระบบนี้คือ

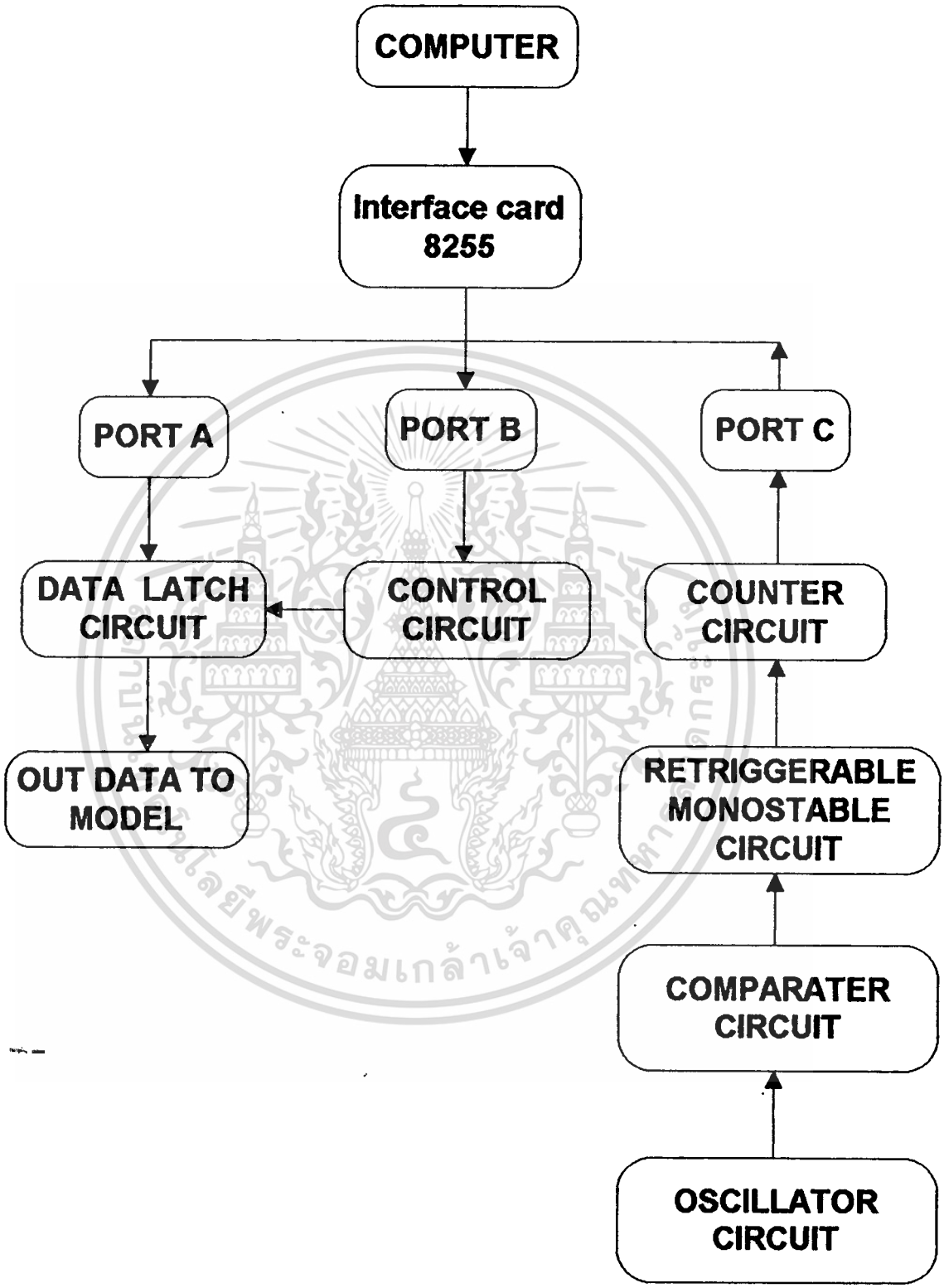
1. ยากในการที่จะเขียนโปรแกรมการควบคุมชนิดเดียวที่ใช้ได้กับทุกกลุ่มสี่แยก

2. งบประมาณในการดำเนินการค่อนข้างสูง

ระบบที่จะนำมาจำลองภายในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการจำลองกลุ่มแยกบริเวณถนนงามวงศ์วานและถนนวิภาวดีรังสิต เพื่อเป็นตัวอย่างในการจำลอง (Simulate) การควบคุมระบบไฟจราจรเป็นกลุ่ม

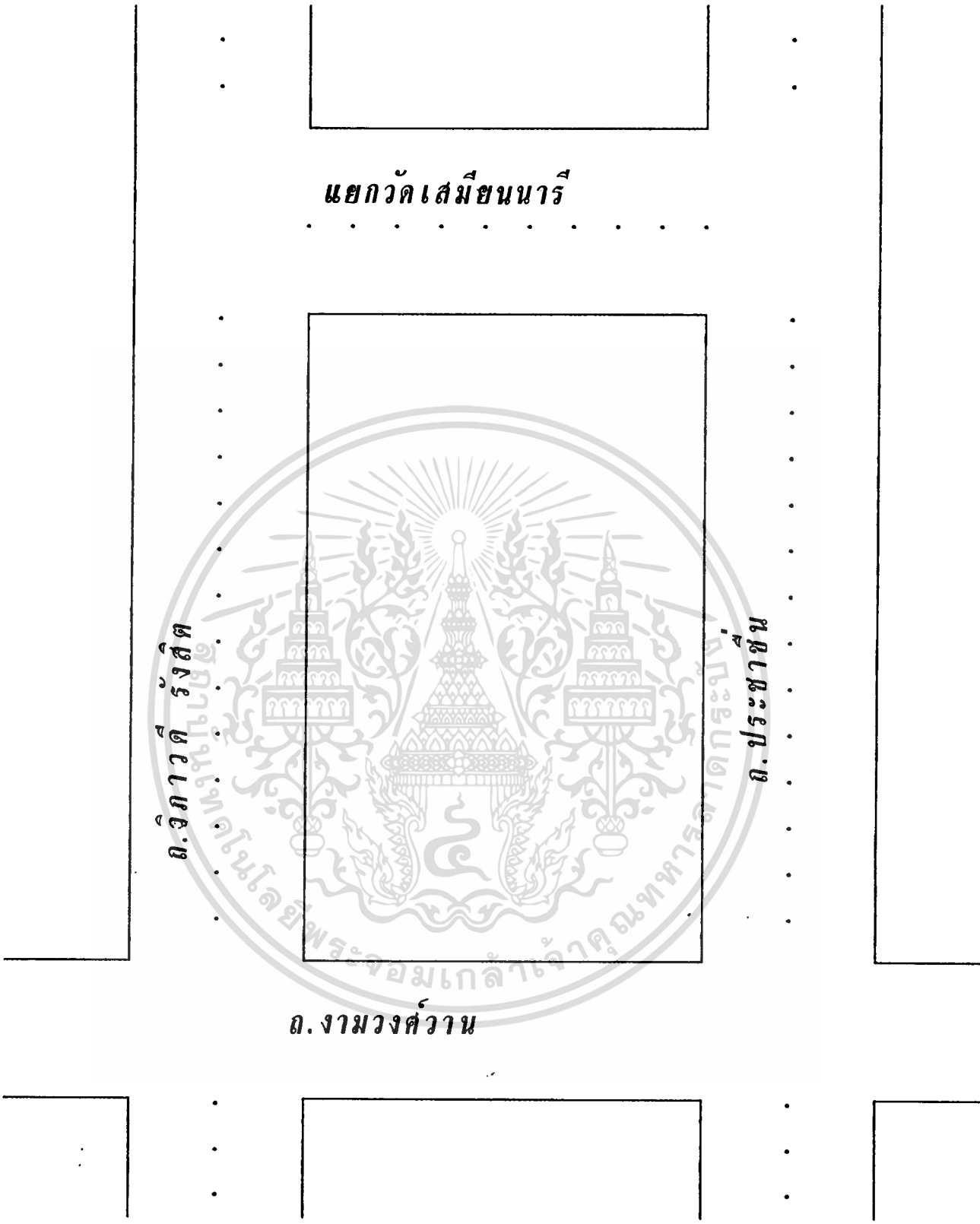
เนื้อหาภายในประกอบด้วยส่วนของHardwareซึ่งจะประกอบด้วยส่วนของวงจรควบคุมการทำงานและส่วนของวงจรรับค่าปริมาณรถและส่วนของSoftwareที่ใช้ในการควบคุมกลุ่มแยกที่จำลองมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

3.1 INTERFACE CARD

Address ปกติของวงจรนี้จะถูกตั้งไว้ที่ 201H ซึ่งเป็น Address ของ Game Port ของ 8088, 80286, 80386 Address นี้เราสามารถตั้งใหม่ได้ โดยตำแหน่งที่สามารถตั้งได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 201H ถึง 280H การตั้ง Address ใหม่นี้จะทำได้โดยการเลื่อนดิพสวิตช์ตามตำแหน่งต่าง ๆ ในตารางที่ 1

ตารางที่ 3.1 *การตั้งตำแหน่ง Address ของ Card I/O*

ตำแหน่งสวิตช์ที่ "ON"	ช่วง Address
S1	$XXD
S2	$XX3NC
S3	$XX9
S4	$XX7NC
S5	$XX5
S6	$XXBNC
S7	$XX1
S8	$XXFNC
S9	$27X
S10	$26X
S11	$25X
S12	$24X
S13	$23X
S14	$22X
S15	$21X
S16	$20X

สมมติว่าเราต้องการตั้ง Address ใหม่ที่ตำแหน่ง 20DH ก่อนอื่นจะต้องเลื่อน Dip Switch ทุกตัวไปไว้ที่ตำแหน่ง "OFF" ก่อน จากนั้นจึงเลื่อน Dip Switch S1 และ S16 ไปอยู่ที่ตำแหน่ง "ON" ก็จะได้ค่าของ Address ใหม่ตามที่ต้องการ สังเกต S2, S4, S6 และ S8 ค่า Address จะลงท้ายด้วย NC หมายถึงห้ามต่อกับวงจร

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมการ์ดนี้ใช้ IC1 และ IC2 เป็นตัวถอดรหัสการเลือกการ์ดจากเครื่อง PC เพื่อส่งสัญญาณ CS เลือกชิพ 8255A ให้ทำงาน โดย CS จะ Active ที่ 0 ตามวงจรในรูปที่ 3 เครื่อง PC จะต้องส่ง Address มาที่ Address Bus A0 - AEN เป็นค่า 01000000XX IC1 และ IC2 ก็จะนำเอาค่านี้ไปถอดรหัสโดยค่า A0 และ A1 นี้ IC1 และ IC2 จะไม่นำไปใช้ แต่ 8255A จะนำไปใช้เอง เมื่อ CS แอกทีฟ "0" 8255A ก็จะทำงานโดยรับสัญญาณจาก A0 - A1 มาถอดรหัสเลือกชิพใช้งาน พร้อมกับการรับหรือส่งข้อมูลระหว่างพอร์ตที่ถูกเลือกใช้กับบัสข้อมูล ตามโหมดการทำงานที่ตั้งไว้ตอนเริ่มใช้งาน

3.1.1 ค่า Address ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ส่งให้กับวงจรในรูปที่ 3 สามารถกำหนดได้ดังนี้

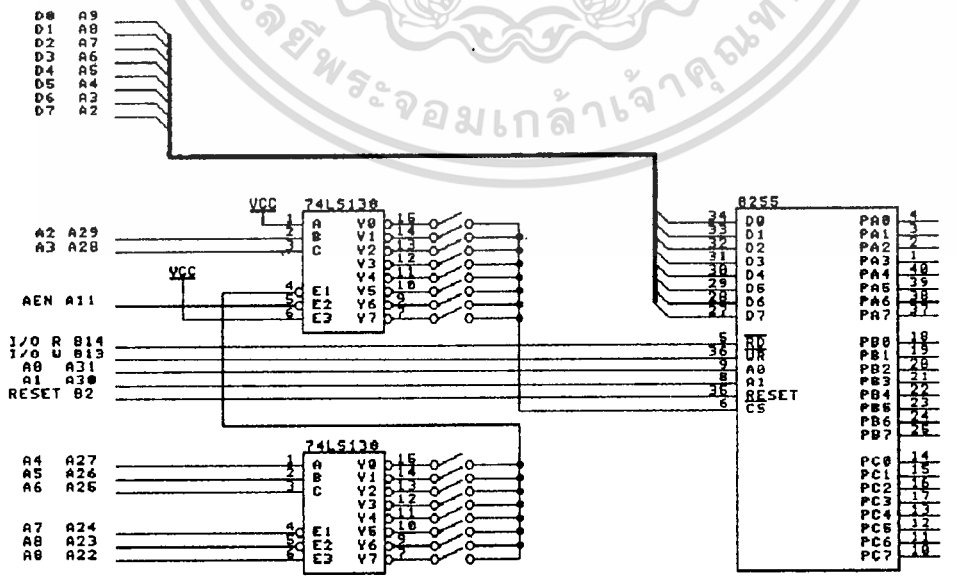
01000000000B หรือ 512 ในฐานสิบ เป็นการเลือกชิพ 8255A เพื่อให้ 8255A ควบคุมให้พอร์ต A ทำงาน

01000000001B หรือ 513 ในฐานสิบ เป็นการเลือกชิพ 8255A เพื่อให้ 8255A ควบคุมให้พอร์ต B ทำงาน

01000000010B หรือ 514 ในฐานสิบ เป็นการเลือกชิพ 8255A เพื่อให้ 8255A ควบคุมให้พอร์ต C ทำงาน

01000000011B หรือ 515 ในฐานสิบ เป็นการเลือกชิพ 8255A เพื่อให้ 8255A ควบคุม Register ควบคุม *(Control Word Registers)* รับข้อมูลการเซตโหมดการทำงานจากบัสข้อมูล (Data Bus) D0 - D7

Card I/O นี้จำเป็นต้องอาศัย Software ช่วยในการควบคุมการทำงานด้วย ซึ่งอาจเขียนได้จากหลาย ๆ ภาษาตามที่ถนัด สำหรับ Project นี้เราใช้ภาษา C ในการควบคุมการทำงานของ Card I/O นี้



รูปที่ 3.1 วงจร Card Parallel Port 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

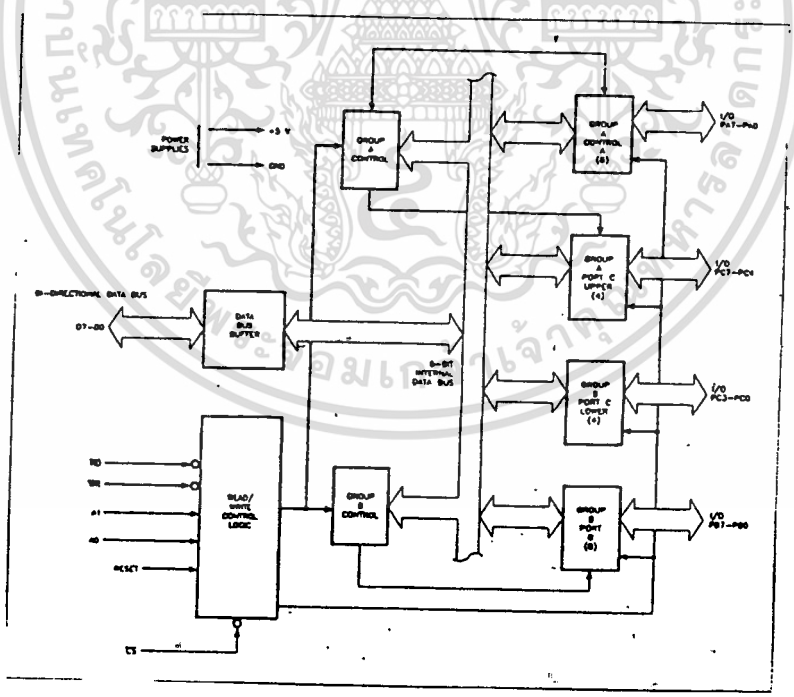
3.1.2 คุณสมบัติของ 8255A

1. มี Input และ Output 24 ขาที่สามารถโปรแกรมได้
2. ระดับสัญญาณเดียวกันกับ TTL
3. คุณสมบัติเหมือนกับ Micro Processor ตระกูล Intel
4. สามารถเซตและรีเซตบิตได้โดยตรง

8255A สามารถโปรแกรมให้เป็น Input หรือ Output ก็ได้ สามารถกำหนดโหมดการทำงานได้ 3 โหมดคือ โหมด 0, โหมด 1 และ โหมด 2

3.1.3 โครงสร้างภายในของ 8255A

8255A มีโครงสร้างภายในดังแสดงในรูปที่ 11 การเรียกชื่อพอร์ตของ 8255A จะเรียกพอร์ตว่า พอร์ต A, B และ C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วนคือ PC0 - PC3 เรียกว่า พอร์ต C ล่าง และ PC4 - PC7 เรียกว่า พอร์ต C บน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 จากรูปสามารถอธิบายหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนได้ดังต่อไปนี้

Data Bus Buffer

เป็น Buffer 8 บิต สองทิศทาง 3 สถานะ (3-State) ใช้ในการ Interface กับบัสข้อมูลของระบบ (System Data Bus) ข้อมูลจะถูกส่งหรือรับโดยผ่านทาง Buffer ขึ้นอยู่กับการประมวลผลของ CPU ว่าให้ทำการส่งหรือรับข้อมูล

Read/Write and Control Logic

ทำหน้าที่จัดการเกี่ยวกับการส่งผ่านข้อมูลและ Control หรือ Status ทั้งภายในและภายนอก ส่วนนี้จะรับอินพุท จาก Address Bus และ Control Bus ของ CPU แล้วนำการถอดรหัสในการควบคุมพอร์ต บล็อกนี้มีสายสัญญาณควบคุมจากภายนอก ดังต่อไปนี้

Chip Select (CS) เมื่อขานี้ได้รับลอจิก "0" จะทำให้ 8255A ต่อเข้ากับระบบบัสของ CPU เพื่อให้ CPU อ่านหรือเขียนข้อมูลผ่านพอร์ตได้

Read (RD) เป็นขาสัญญาณอินพุตที่ต้องส่งเข้ามาจาก CPU เมื่อสัญญาณขานี้มีลอจิก "0" และ CS เป็น "0" ด้วย CPU จะทำการอ่านข้อมูลจากบัสข้อมูลของ 8255A

Write (WR) ขาสัญญาณการเขียนจะแอกทีฟเมื่อ CS เป็น "0" และ WR เป็น "0" โดยสัญญาณนี้จะถูกส่งมาจาก CPU ทำให้ CPU สามารถเขียนข้อมูลบนบัสข้อมูลของ 8255A ได้

Port Select 0 and Port Select 1 (A0 and A1) สัญญาณอินพุทที่สองขานี้จะต้องสัมพันธ์กับสัญญาณ RD, WR และ CS เพื่อใช้ในการเลือกพอร์ตใช้งานรายละเอียดดังตารางที่ 2

Reset (RESET) แอกทีฟ "1" สำหรับขานี้ เมื่อลอจิก "1" เข้ามาจะทำให้เกิดการเคลียร์รีจิสเตอร์ควบคุม (Control Register) และทุกพอร์ตจะถูกเซตสู่โหมดอินพุท

Group A and Group B Control แต่ละบล็อกจะรับคำสั่งจาก Read/Write Control Logic และรับ Control Word จากบัสข้อมูลภายใน เพื่อใช้ในการควบคุมพอร์ต

- Control Group A จะควบคุมพิร์ต A และ พอร์ต C บน (PC0 - PC3)
- Control Group B จะควบคุมพอร์ต B และพอร์ต C ล่าง (PC4 - PC7)

Ports A, B และ C 8255A ประกอบด้วยพอร์ต 8 บิต 3 พอร์ต (พอร์ต A, B และ C) ซึ่งพอร์ตทั้งสามนี้สามารถกำหนดรูปแบบการใช้งานได้ โดยอาศัยซอฟต์แวร์ช่วยในการจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการเลือกใช้พอร์ต

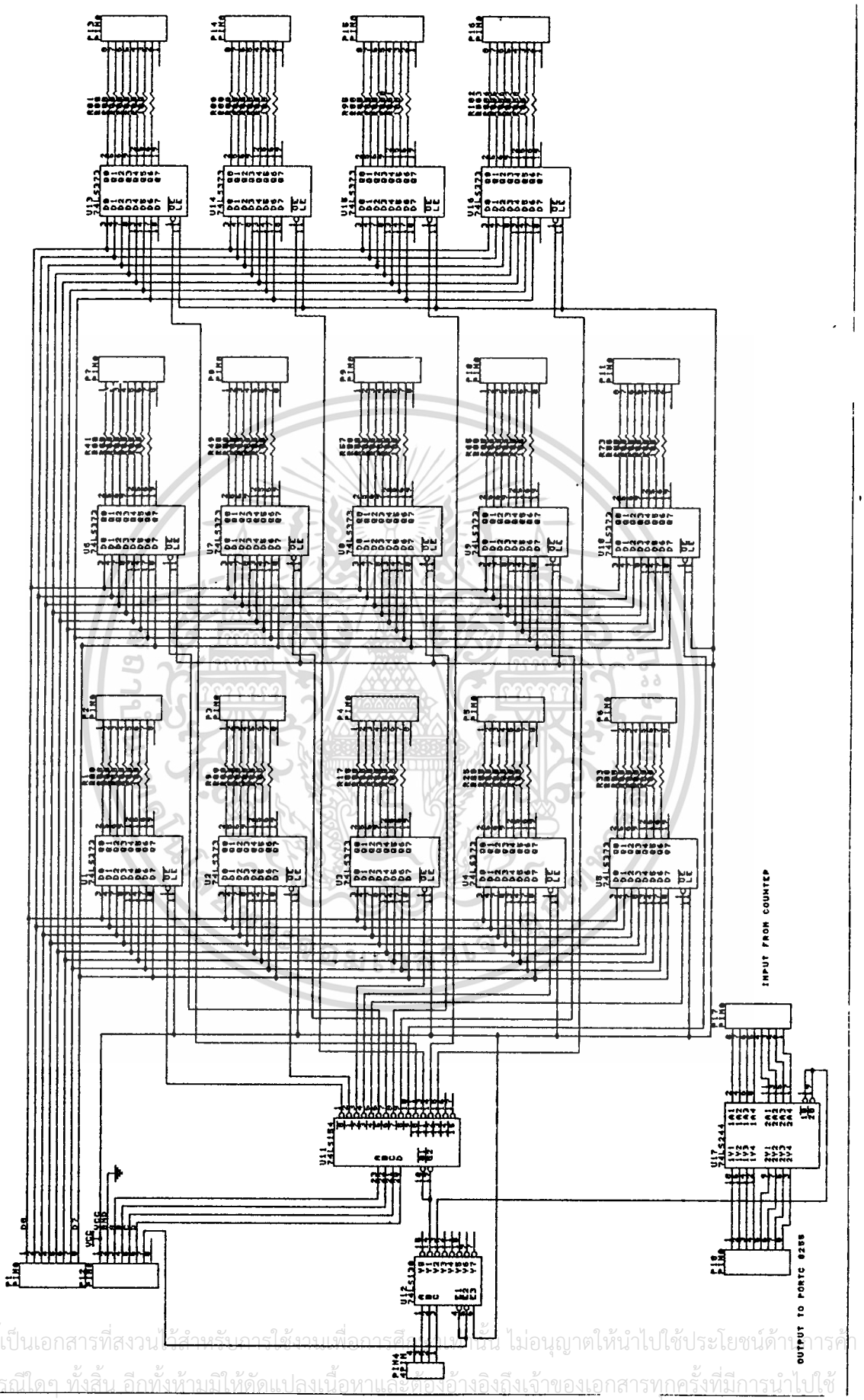
A1	A0	RD	WR	CS	การบวนการทางอินพุต (อ่าน)
0	0	0	1	0	PORT A - DATA BUS
0	1	0	1	0	PORT B - DATA BUS
1	0	0	1	0	PORT C - DATA BUS

A1	A0	RD	WR	CS	กระบวนการทางเอาต์พุท (เขียน)
1	1	1	0	0	DATA BUS - CONTROL
0	0	1	0	0	DATA BUS - PORT A
0	1	1	0	0	DATA BUS - PORT B
1	0	1	0	0	DATA BUS - PORT C

A1	A0	RD	WR	CS	ฟังก์ชันยกเลิกการทำงาน
X	X	X	X	1	DATA BUS - 3-STATE
1	1	0	1	0	ELEGA CONDITION
X	X	1	1	0	DATA BUS - 3-STATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรเอาท์พุท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2.1 เป็นวงจรแสดงส่วนที่นำค่า DATA จาก PORT B ของ 8255 ตั้งแต่ D_7-D_4 ไปเข้าตัว DECODER(74LS373) เพื่อเลือกว่าจะส่ง DATA ไปแสดงไฟที่ MODEL หรือ รับค่าเข้ามาจาก COUNTER ของ SENSOR โดยเราจะนำ D_7 ไปต่อเข้ากับขา4 และ 5 ของ 74LS138 ซึ่งขา 4 และ 5 นี้เป็นขา ENABLE ของ 74LS138 นั่นเองซึ่งถ้าขา ENABLE นี้มีค่าเป็น "1" จะให้ OUTPUT ของ 74LS138 มีค่าเป็น"1" ทุกขา แสดงว่าจะไม่มีการเลือกว่าจะส่ง DATA ไปแสดงไฟที่ MODEL หรือ รับค่ามาจาก COUNTER ของ SENSOR

แต่ถ้าขา ENABLE นี้มีค่าเป็น "0" จะให้ OUTPUT ของ 74LS138 มีค่าเป็น "0" ที่ขาใดขาหนึ่งขึ้นอยู่กับค่า INPUT ที่ขา ABC ของ 74LS138 ซึ่งในที่นี้เราใช้ค่า D_6-D_4 เป็น INPUT ABC

-ถ้าค่า D_6-D_4 เป็น "001" จะทำให้ขา OUTPUT Q_1ของ 74LS138 มีค่าเป็น "0" เพื่อไป ENABLE ตัว DECODER (74LS154) และค่า OUTPUT ของตัว DECODER นี้จะนำไป ENABLE ตัวเลือกผ่าน (74LS373) เพื่อเลือกว่าจะให้ DATA ที่ส่งมาผ่านค่าออกไปยังไฟด้านใดของแยกใด ซึ่งจากรูปจะเห็นว่า INPUT ของ 74LS373 ทุกตัวจะต่อเชื่อมกันหมด และต่อกับ PORT A ของ 8255 เมื่อมีการส่ง DATA จะไปรออยู่ที่ INPUT ของ 74LS373 ทุกตัว และถ้าเราต้องการให้ DATA ที่มารออยู่ไปแสดงที่แยกใด ด้านใด ขึ้นอยู่กับว่าเราจะเลือกให้ 74LS373 ตัวใด ENABLE โดยที่74LS373 แต่ละตัวจะเป็นตัวผ่าน DATA ไปแต่ละด้านของแต่ละแยก ค่าที่นำมา DECODE

74LS154 มาจาก PORT B ของ 8255 ตั้งแต่ D_3-D_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

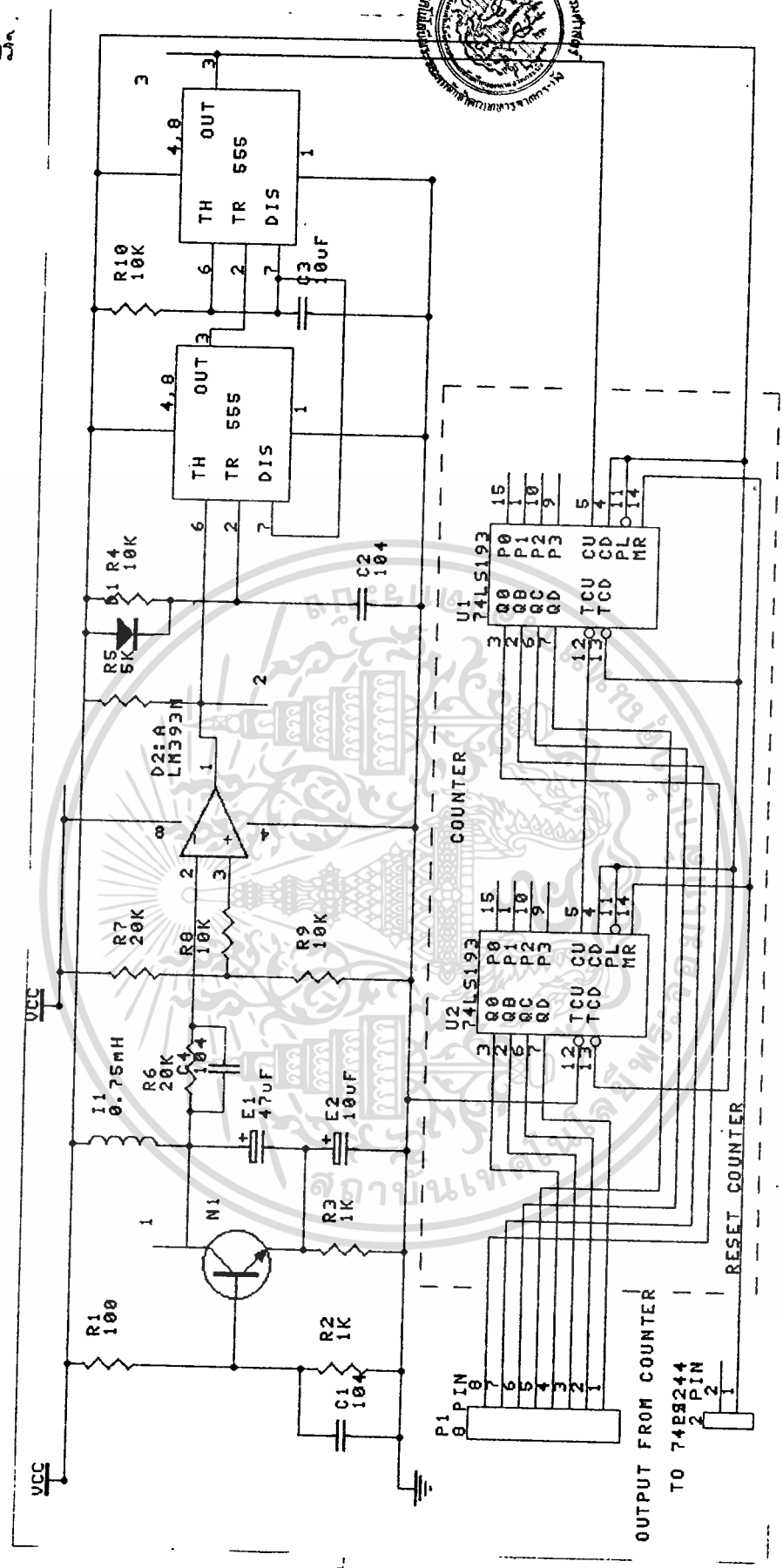
ตารางที่ 3.2.1 ตารางการกำหนด ADDRESS

DATA PORT B				ส่งไปแสดงไฟ	
D3	D2	D1	D0	แยกที่	ด้านที่
0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	1	2
0	0	1	1	1	3
0	1	0	0	1	4
0	1	0	1	2	1
0	1	1	0	2	2
0	1	1	1	2	3
1	0	0	0	2	4
1	0	0	1	3	1
1	0	1	0	3	2
1	0	1	1	3	3

-ถ้าค่า D_6-D_4 เป็น "010" จะทำให้ขา OUTPUT Q_2 ของ 74LS138 มีค่าเป็น "0" เพื่อไป ENABLE ตัวผ่านค่า 74LS244 เพื่อรับค่าจาก COUNTER ซึ่งทำหน้าที่นับจำนวนรถจาก SENSOR เข้าไปยัง PORT C ของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วงจรเซนเซอร์



รูปที่3.3

วงจรเซนเซอร์

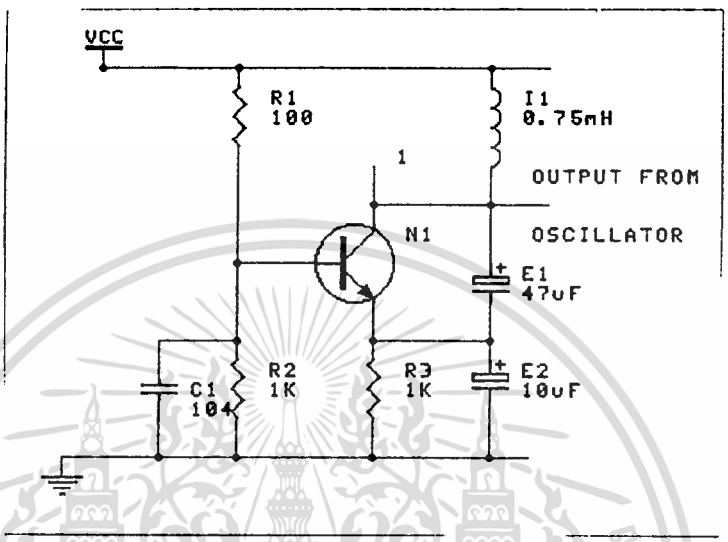
033215

วงจร Sensor ประกอบไปด้วย 4 ส่วนคือ

1. วงจรออสซิลเลเตอร์
2. วงจรเปรียบเทียบแรงดัน
3. วงจร Retriggerable Monostable
4. วงจรเคาท์เตอร์

ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1วงจรออสซิเลเตอร์



รูปที่ 3.3.1 วงจรออสซิลเลเตอร์

จากรูปที่ 3.3.1 จะเห็นว่าวงจรส่วนแรกจะเป็นวงจร OSCILLATOR แบบ COLPIT ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณ SINE ซึ่งมีความถี่ตรงกับความถี่ RESONANCE ของ ขดลวด ซึ่งความถี่ RESONANCE นี้หาได้จาก

$$F = 1/ 2\pi\sqrt{LC}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ทฤษฎีสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

ค่าแรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า(MAGNETIC FORCE)มีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างกระแสกับจำนวนรอบของขดลวด หรือ เท่ากับ ผลคูณระหว่างความเข้มของสนามแม่เหล็กกับค่าการเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$mmf = NI = HL$$

โดยที่ ค่า mmf = แรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้า

N = จำนวนรอบของขดลวด

I = กระแสที่จ่ายให้

H = ความเข้มสนามแม่เหล็ก

เมื่อมีกระแสไหลผ่านขดลวดแล้วจะทำให้เกิดความเข้มของสนามแม่เหล็กขึ้นมาสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นมานี้จะทำให้ได้ความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กและเราก็จะได้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นมาจากผลของสนามแม่เหล็ก เส้นแรงแม่เหล็กนี้เองที่ทำให้เกิด (LINKAGE FLUG) ซึ่งเป็นตัวที่เรานำไปใช้งาน

จากกฎของ ฟาร์ราเดย์ (FARADAY LAW) เมื่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าไหลผ่านลูปปิดหนึ่งๆ จะมีกระแสไหลผ่านเกิดขึ้นโดยมีทิศทางการไหลของกระแสสวนทางกับทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้า นั่นเอง

ดังนั้นเมื่อมีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงก็จะทำให้เกิดกระแสขึ้นถ้ามีขดลวดพันด้วยจำนวนรอบเท่ากับN รอบ เมื่อป้อนแรงเคลื่อนไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น ก็คือ mmf = NI นั่นเอง

เมื่อมีแรงเคลื่อนแม่เหล็กไฟฟ้าเกิดขึ้นก็จะได้ความเข้มของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า(H) จากความสัมพันธ์ความเข้มของสนามแม่เหล็ก(B) จะทำให้เกิด

$$B = uH$$

ซึ่งก็คือจะเกิดความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กขึ้นนั่นเองและผลอันนี้เราก็จะได้ฟลักซ์แม่เหล็ก(0) หาได้จากผลคูณระหว่าง พื้นที่หน้าตัดของสวดกับความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก

$$0 = BA$$

จากกฎของเลนส์(LENZELAW)ถ้ามีความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กไหลผ่านลูปปิดอันหนึ่งมีพื้นที่หน้าตัดนั้น ๆ จะมีฟลักซ์แม่เหล็กเกิดขึ้น ฟลักซ์แม่เหล็กตัวนี้จะทำให้เกิดลิงค์เกจฟลักซ์ขึ้น จากสมการ

$$X = N0$$

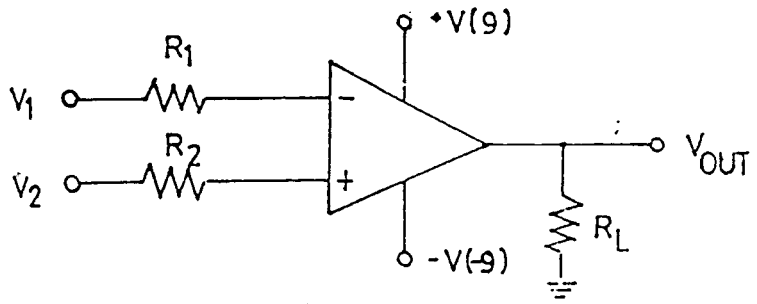
จากคุณสมบัติของลิงค์เกจฟลักซ์ซึ่งเราต้องนำไปใช้งาน สามารถนำมาคำนวณได้จากสูตร

$$mmf = NI = HL$$

$$I = HL/N = BL/uN$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 **วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (COMPARATOR)**



รูปที่ 3.3.3

การทำงานเป็นคอมพาราเตอร์ในขณะเปิดลูป (OPEN LOOP) OPAMP จะสามารถเปรียบเทียบระดับสัญญาณขั้ว INPUT ทั้งสองได้ค่อนข้างแม่นยำ โดยใช้หลักการของเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างขั้ว INVERTING และ NONINVERTING คือ

1.ถ้าขั้วลบมีศักย์เป็นบวกสูงกว่าขั้วบวก แล้ว OUTPUT จะเป็น ลบ

2.ถ้าขั้วลบมีศักย์เป็นบวกน้อยกว่าขั้วบวก แล้ว OUTPUT จะเป็น บวก

INPUT VOLTAGE		OUTPUT VOLTAGE
-V1	-V2	-Vsat
-1	+2	+8
+2	+1	-1
0	0	0
+1	-1	-8
-1	+1	+8
-1	-2	-8
-2	-1	+8

ตารางที่3.3.3

$$V_{OUT} = V_{SAT}.SING(V_2 - V_1)$$

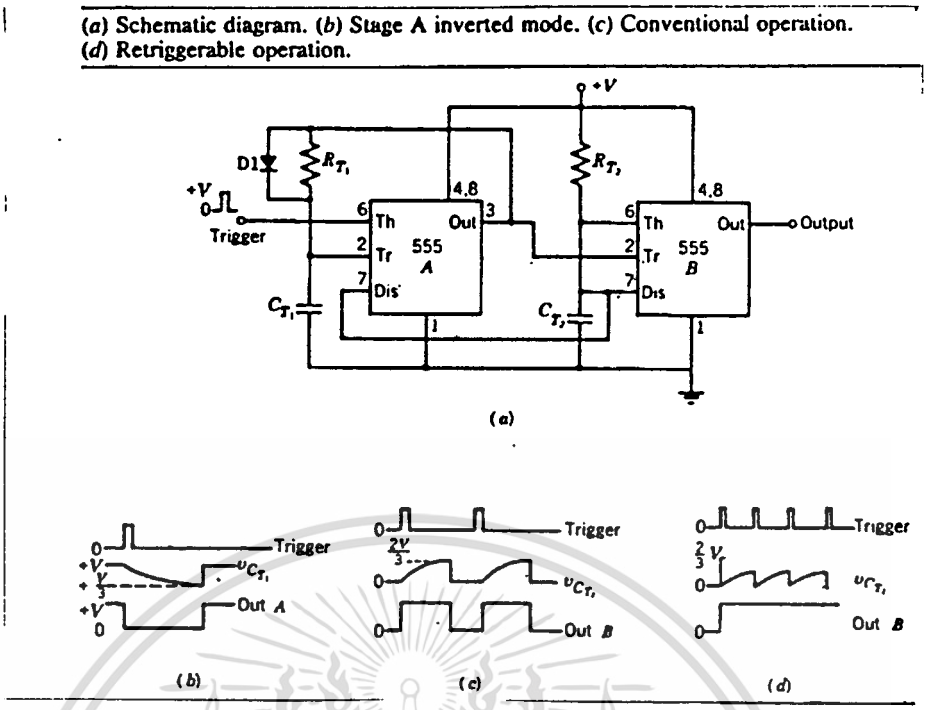
ซึ่งเมื่อเรานำสัญญาณจากออสซิลเลเตอร์ซึ่งเป็นสัญญาณซายน์ มาเปรียบเทียบกับค่าศักดาคงที่ค่าหนึ่งซึ่งมีระดับอยู่ระหว่างระดับศักดาที่ออซซิลเลตของสัญญาณซายน์ เราจะได้รูปสัญญาณออกมาที่ Output เป็น Clock ซึ่งเมื่อมีการ Detect สัญญาณเมื่อมีรถผ่านเข้ามา ระดับการออซซิลเลตของวงจรออสซิลเลตจะมีค่าน้อยกว่าระดับค่าศักดาคงที่ซึ่งจะทำให้ Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ออกมาไม่เป็น Pulse ซึ่งเราจะใช้วงจร Retriggerator Monostable ซึ่งเป็นวงจรตรวจสอบสัญญาณ Clock มาตรวจจับต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วงจร Retriggerator Monostable



รูปที่ 3.3.4 วงจร Retriggerable Monostable

เพื่อให้เข้าใจการทำงานของ ไทม์เมอร์555(TIMER 555)เราจะทำการทดสอบโหมด (MODE) การทำงานของไทม์เมอร์ เอ (TIMER A) ซึ่งกลับจากการทำงานปกติ จากรูปจะสังเกตุเห็นว่าไทม์เมอร์ เอ ไม่ได้ต่อตามรูปแบบของวงจร MONOSTABLE ทั่วๆไป วงจร ไทม์เมอร์ 555 ทั่วไป(CONVENTIONAL 555)นี้ใช้ ขาเนกกาทีฟ(NEGATIVE-GOING TRIGER PULSE) ของสัญญาณพัลซ์ (PULSE) และส่งค่า OUTPUT ที่เป็น บวก (POSITIVE-GOING TRIGGER PULSE) ที่เอาท์พุตของอุปกรณ์ แต่สำหรับโมดกลับ (INVERTED MODE) จะใช้ขาโพสซิทีฟ (POSITIVE-GOING TRIGER PULSE) ของสัญญาณพัลซ์ และส่งค่าเอาท์พุตที่เป็น ลบ (NEGATIVE-GOING TRIGER PULSE) ที่เอาท์พุตของอุปกรณ์ จากรูป ไทม์เมอร์ เอ จะเห็นว่าสัญญาณทริกถูกต่อกับขาเทรชโฮล และปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทาน R_{T1} ถูกต่ออยู่กับขา Output แทนที่จะต่อกับขาไฟเลี้ยง (+V) ส่วนจุดต่อระหว่าง R_{T1} กับ C_{T1}จะต่อเข้ากับขาทริก (TRIGGER) แทนที่จะเป็นขา THRESHOLD และ ขา DISCHARGE สำหรับรูปสัญญาณของ ไทม์เมอร์ เอ ตามรูป (b) จะเห็นว่า ศักดาไฟฟ้าเริ่มต้น (INITIAL VOLTAGE) มีค่าเป็น บวก แทนที่จะเป็น 0 การต่อสัญญาณทริกเข้าไปที่ขา THRESHOLD นี้ทำให้ เอาท์พุต ไทม์เมอร์ เอ มีค่า LOW และ C_{T1} discharge ผ่าน R_{T1} ไปยังเอาท์พุต เมื่อ C_{T1} discharge จนมีค่าศักดาเป็น + V/3 ศักดาที่เอาท์พุตจะกลับไปมีค่าเท่ากับไฟเลี้ยง (+V) และทำการ charge C_{T1} อีกครั้ง

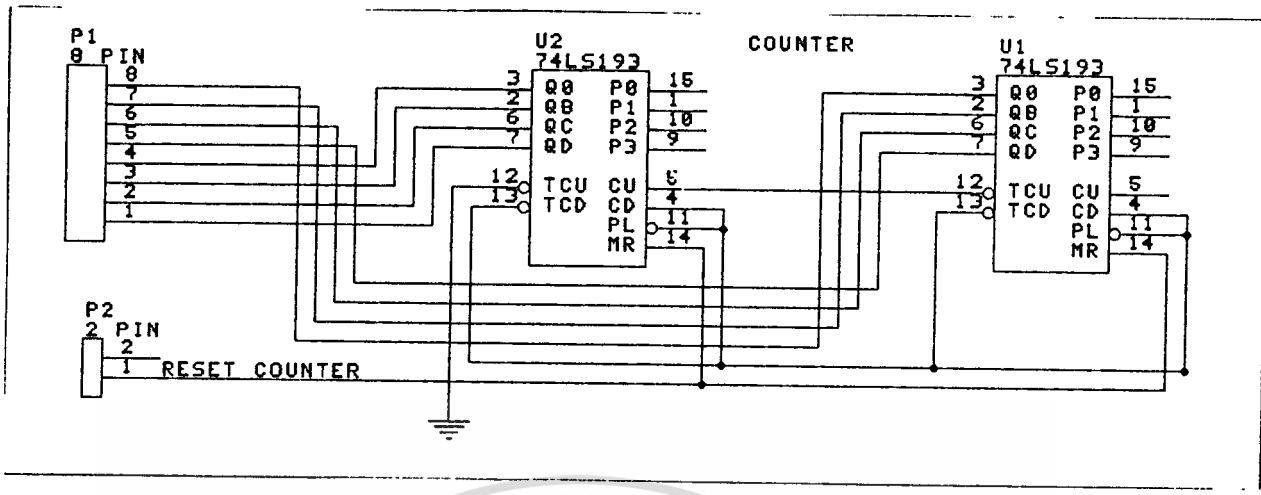
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับขาเอาท์พุตของ ไทม์เมอร์ เอ จะต่อเข้ากับขา ทริกของ ไทม์เมอร์ บี (TIMER B) ความกว้างของเอาท์พุต เอ มีค่าเท่ากับ ($R_{T1}.C_{T1}$) ซึ่งจะมีค่าน้อยกว่าผลคูณของ ($R_{T2}.C_{T2}$) สำหรับไทม์เมอร์ บี เป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ล ไทม์เมอร์ ปกติทั่วไป ยกเว้นปลายด้านหนึ่งของ C_{T2} ที่ไม่ได้ต่อกับกราวน์ (GROUND) นั้นจะถูกต่อเข้ากับขา discharge ของทั้ง ไทม์เมอร์ เอ และ ไทม์เมอร์ บี

ถ้าคาบของสัญญาณทริก (TRIGGER PULSE) จากเอาท์พุตของ ไทม์เมอร์ เอ มากกว่าคาบของโมโนสเตเบิ้ลของ ไทม์เมอร์ บี แล้ว การทำงานก็จะเป็นไปตามปกติ ซึ่งจะเห็นได้จากรูปสัญญาณในรูป (c) แต่ถ้าคาบของทริกพัลซ์จากเอาท์พุตของไทม์เมอร์ เอ น้อยกว่าคาบของ ไทม์เมอร์ บี (1.1 $R_{T2}.C_{T2}$) แล้ว C_{T2} จะ discharge จนศักดาตกคร่อม C_{T2} (V_{T2}) มีค่าเป็น 0 ซึ่งจะเกิดขึ้นที่สัญญาณขาลงของทริกพัลซ์ถัดไป และทำให้ศักดาที่เอาท์พุตของ ไทม์เมอร์ บี ยังคงมีค่าเป็น HIGH ตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 วงจรเคาท์เตอร์



รูปที่ 3.3.5 วงจรเคาท์เตอร์

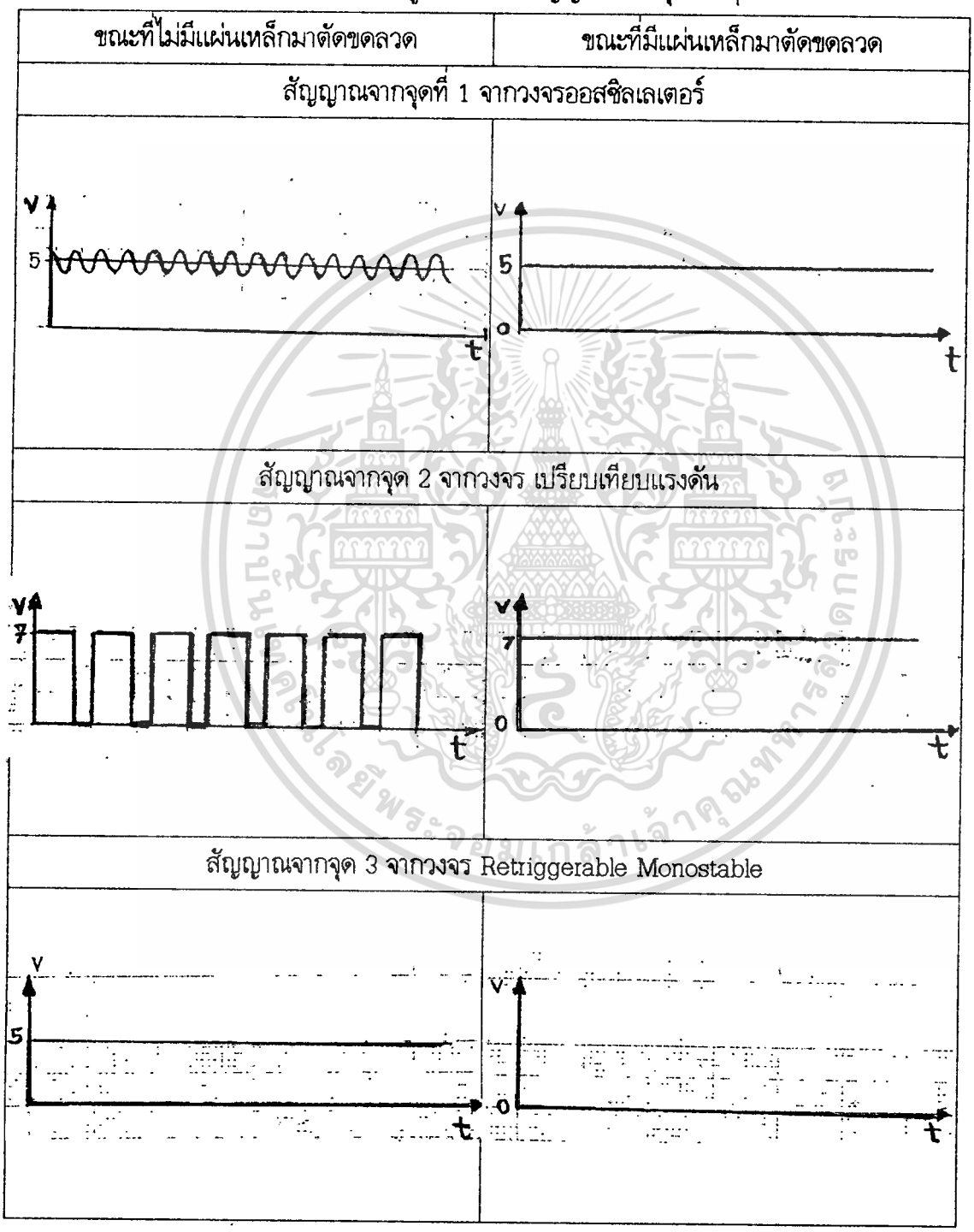
วงจรส่วนนี้จะรับสัญญาณมาจากวงจร RETRIGGERABLE MONOSTABLE ไปเป็นสัญญาณ COUNT UP ให้กับ วงจร COUNTER เพื่อทำการนับจำนวนรถ แล้วส่งค่าที่นับได้ไปยัง ตัวผ่านค่า 74LS244 เมื่อ COMPUTER รับค่าจาก PORT C ของ 8255 เข้าไปแล้ว จะมีการส่งค่า D_7 จาก PORT A ของ 8255 มา RESET COUNTER ให้เริ่มนับค่าใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 ผลการวัดสัญญาณ ณ จุดต่าง ๆ ในวงจร Sensor

เมื่อมีแผ่นเหล็กมาตัดสนามแม่เหล็กจะเกิดการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กทำให้ AMPLITUDE ของสัญญาณ SINE เปลี่ยนไป ดังรูปสัญญาณ ต่อไปนี้

รูปที่ 3.3.6 สัญญาณ ณ จุดต่างๆในวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

โปรแกรมการทำงาน

4.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงาน

การควบคุมการทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร (Traffic Light Control System) นี้ทำงานโดยอาศัยการควบคุมผ่านทางคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC: Personal Computer) โดยผู้ควบคุมสามารถทำการควบคุมได้ด้วย 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. โดยการควบคุมด้วยตนเอง (Manual Control)
2. โดยให้คอมพิวเตอร์ควบคุม (Automatic Control)

การเลขชือกการควบคุมทั้ง2 แบบนี้สามารถทำการเลือกจากรายการ ที่จะปรากฏขึ้นหลังจากที่ได้เริ่มทำการทำงาน(RunProgram)แล้วโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้นี้ได้ทำการเขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซี (C Language) โปรแกรมทั้งหมดจะประกอบด้วย

1. โปรแกรมการทำงานหลัก ซึ่งจะเป็นโปรแกรมหลักในการทำงาน จะประกอบด้วยโปรแกรมการควบคุมหลักทั้ง 2 ส่วน คือ

1.1 การควบคุมด้วยตนเอง (Manual Control)เป็นโปรแกรมที่ผู้ควบคุม จะสามารถทำการ ควบคุมสัญญาณไฟจราจรได้ด้วยตนเองโดยจะทำการเลือกด้านที่จะทำ การควบคุมก่อนแล้วทำการควบคุมด้านนั้นตามต้องการ เมื่อเริ่มต้นการทำงานระบบจะถูกทำให้ค่าของไฟที่ปล่อยเป็นแดงทุกด้าน

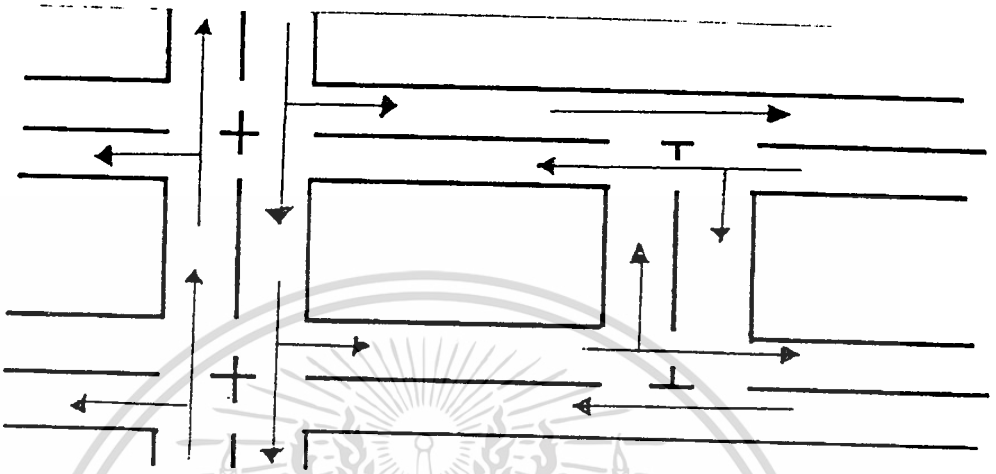
1.2 การควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) จะเป็นการควบคุมโดยอาศัยโปร แกรมการควบคุมการทำงานจากคอมพิวเตอร์ โดยจะมีแบบวิธีการปล่อยแบบหลักที่ได้กำหนดไว้ก่อน แล้วตัวโปรแกรมจะทำการควบคุมตามสถานการณ์ที่มี โดยจะนำเอาอัตราการไหล (Flow Rate) ของด้านที่ทำการปล่อยมาคำนวณการปล่อย

2. โปรแกรมทดสอบการทำงานต่างๆ และโปรแกรมทดสอบการวัดอัตราการไหลของอุปกรณ์ทางกล (Mechanic Tool)

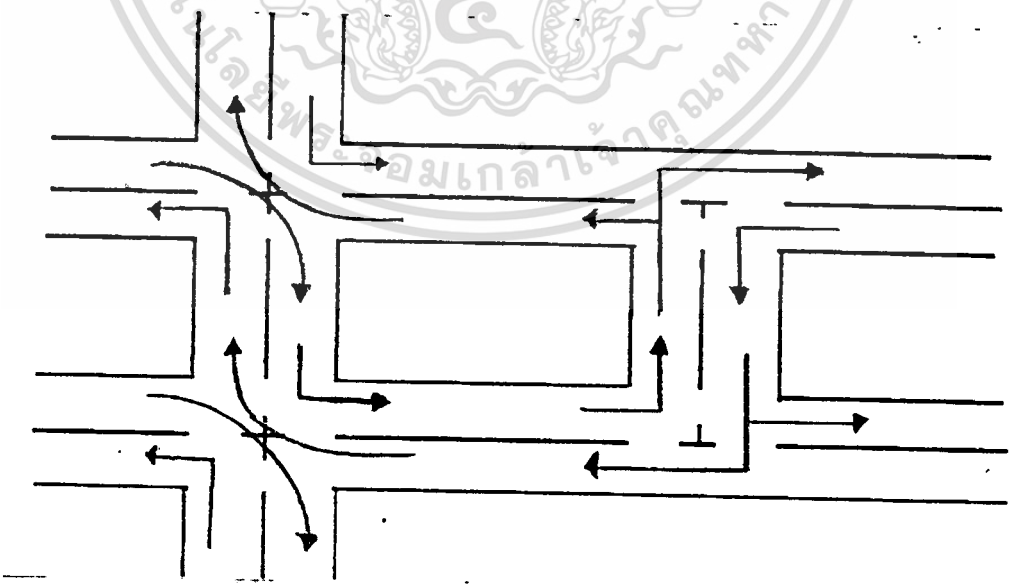
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานที่สำคัญของระบบนี้อยู่ที่การควบคุมแบบอัตโนมัติ (Automatic Control)
ซึ่งแบบการควบคุมหลักๆมีดังนี้

1.

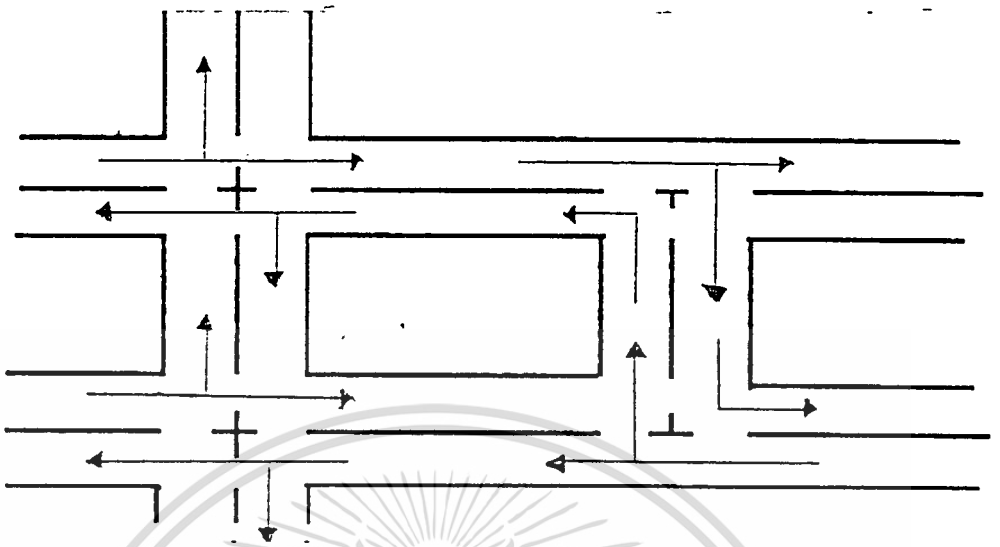


2.

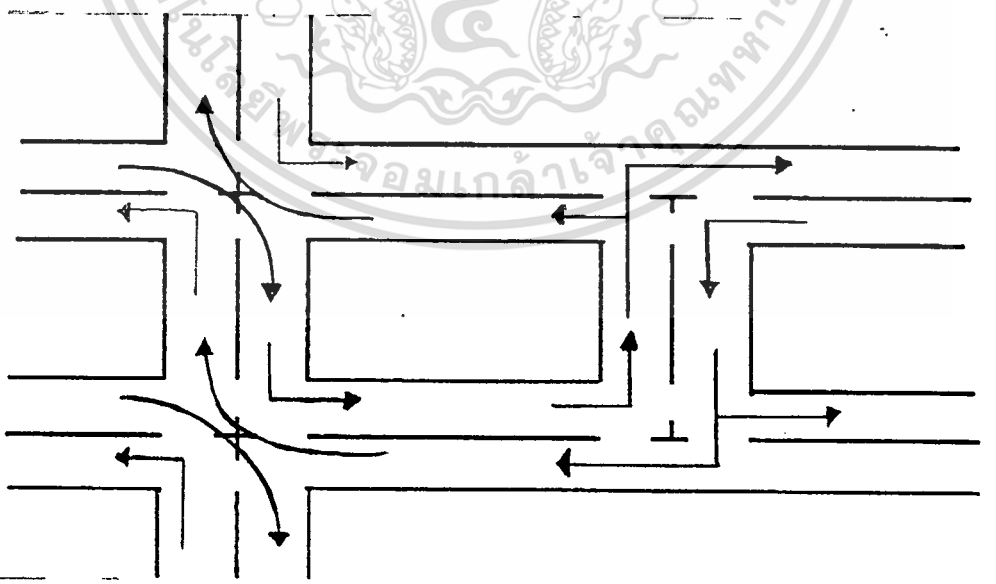


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3



4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานจะทำการเลือกแบบการควบคุมจากแบบหลักๆนี้มาใช้ และนำเอาอัตราการไหล (Flow Rate)ของด้านที่ทำการปล่อยรถมาคิด อัตราการไหลนี้จะทำการวัดที่ด้านตรงกันข้ามกับด้านที่ปล่อย ซึ่งถ้าอัตราการไหลที่วัดได้นั้นน้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้คอมพิวเตอร์ก็จะทำการหยุดรถที่จะปล่อยเข้าถนนด้านนั้น อัตราการไหลที่ต่ำกว่ากำหนดที่วัดได้นี้อาจตีความหมายได้ 2 อย่างคือ

1. มีการติดขัดของการจราจรที่ด้านนั้นจริงๆ
2. ไม่มีรถเข้าถนนด้านนั้นจากด้านที่ปล่อย (ถนนว่าง)

ซึ่งเราสามารถแยกความแตกต่างของทั้ง 2 เหตุการณ์ได้ดังนี้

คือเราสามารถนำเอาค่าของจำนวนรถที่ได้ผ่านตัวตรวจจับ (SENSOR) 2 ช่วงมาคิด คือ

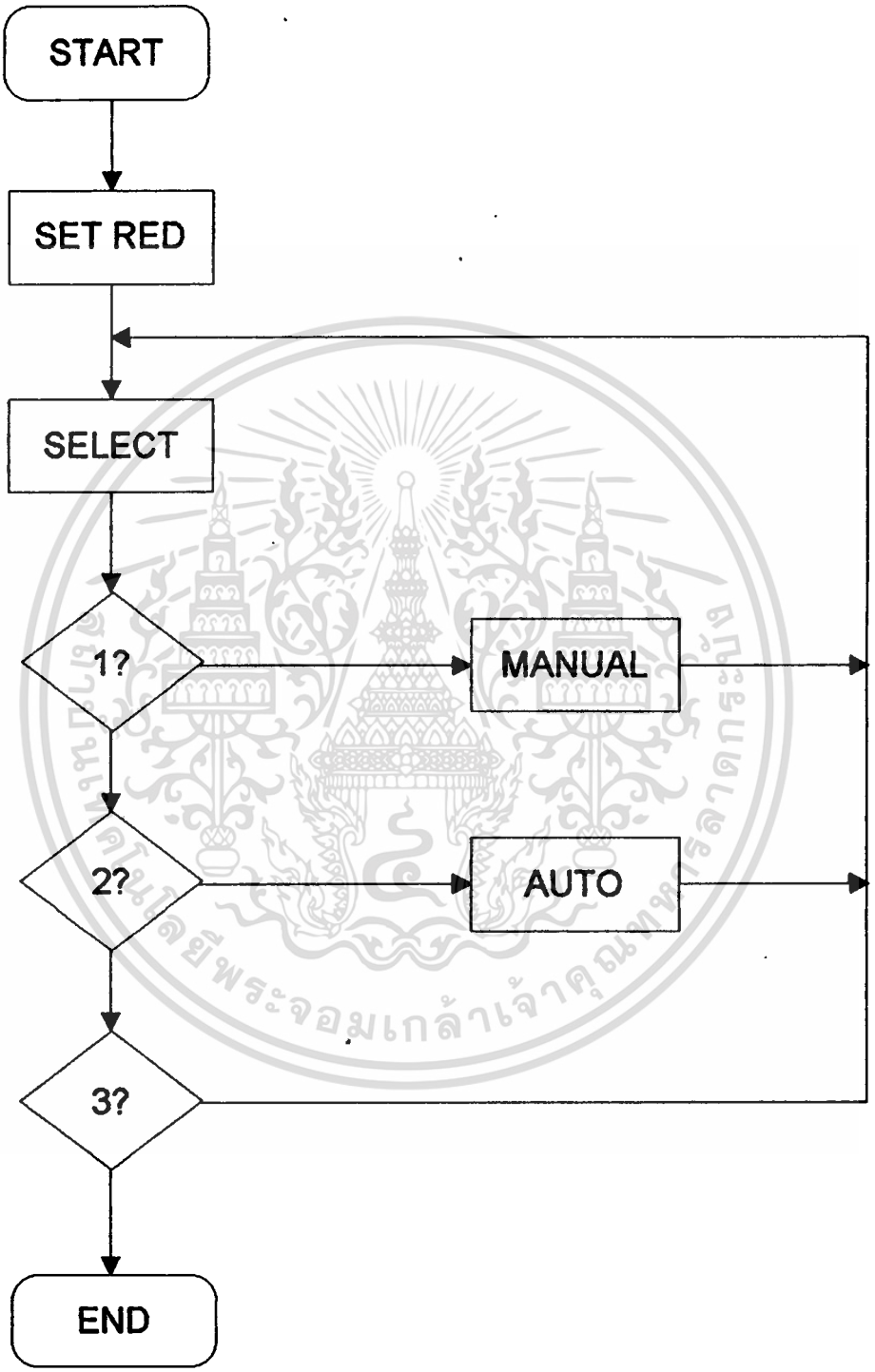
1. ถ้าจำนวนรถที่ผ่านตัวตรวจจับทั้ง 2 ช่วงนั้นมีค่าไม่เท่ากันและอัตราการไหลยังต่ำกว่าที่กำหนดหรือเป็นศูนย์ แสดงว่ามีการเกิดจราจรติดขัดขึ้น ต้องไม่ปล่อยรถไม่ว่าด้านใดเข้าไป

2. ถ้าจำนวนรถที่ผ่านด้านทั้ง 2 มีค่าเท่ากัน แต่อัตตราการไหลยังคงต่ำกว่าที่กำหนด (อัตราการไหล = จำนวนรถ / ช่วงเวลาที่วัด)แสดงว่า ไม่มีรถวิ่งผ่านก็จะทำการปล่อย รถด้านอื่นที่สามารถปล่อยได้เข้ามาแทน

นอกจากนี้ยังสามารถวัดจำนวนรถที่ค้างได้ก่อนทำการเปลี่ยนไฟทำให้ตัดปัญหารถติดค้างกลางแยกไปได้ และสามารถวัดว่าด้านใดมีรถรออยู่มากเพื่อที่จะได้ทำการปล่อยรถด้านนั้นไปก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

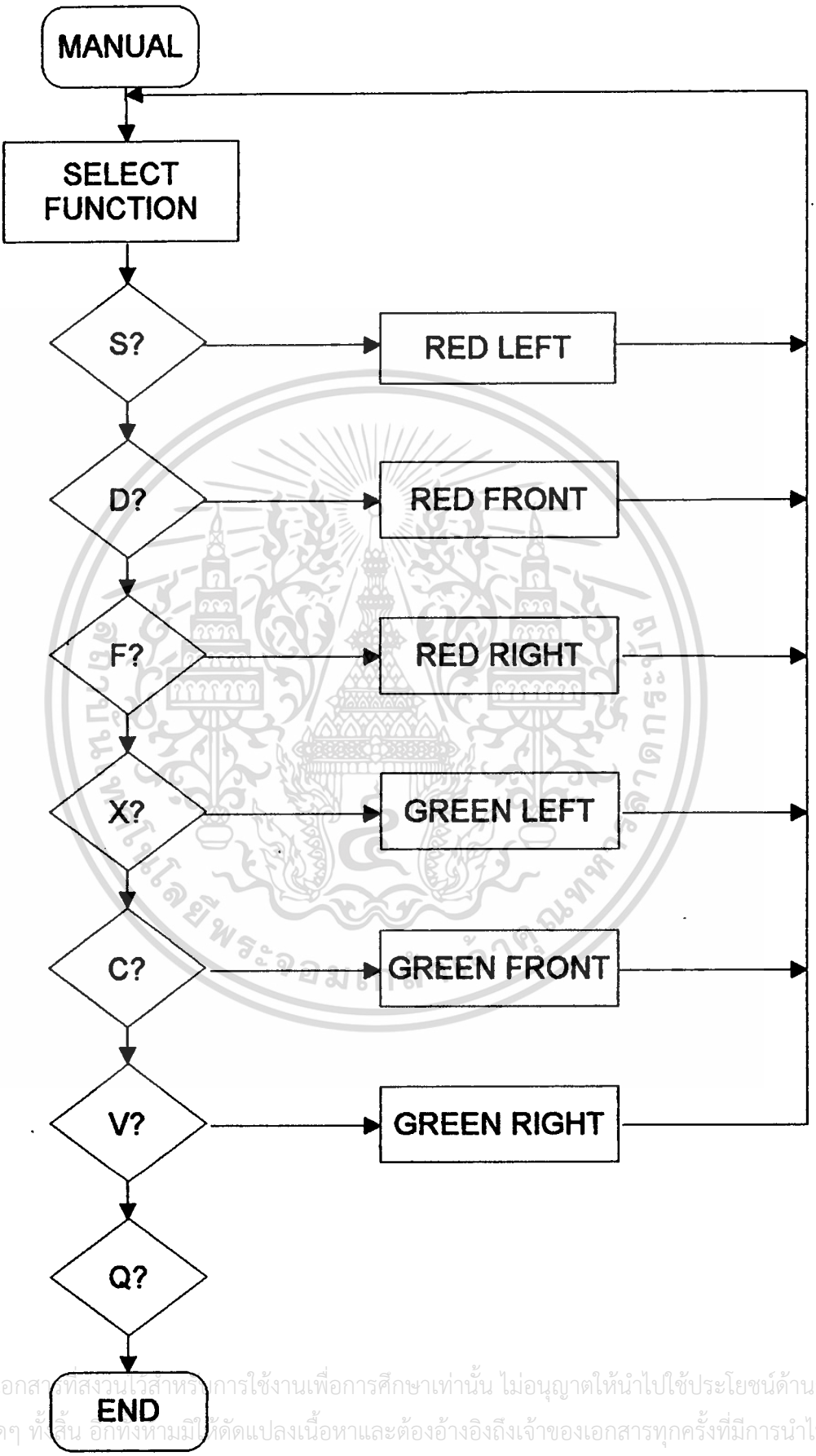
4.2 Flow Chart การทำงานของโปรแกรม



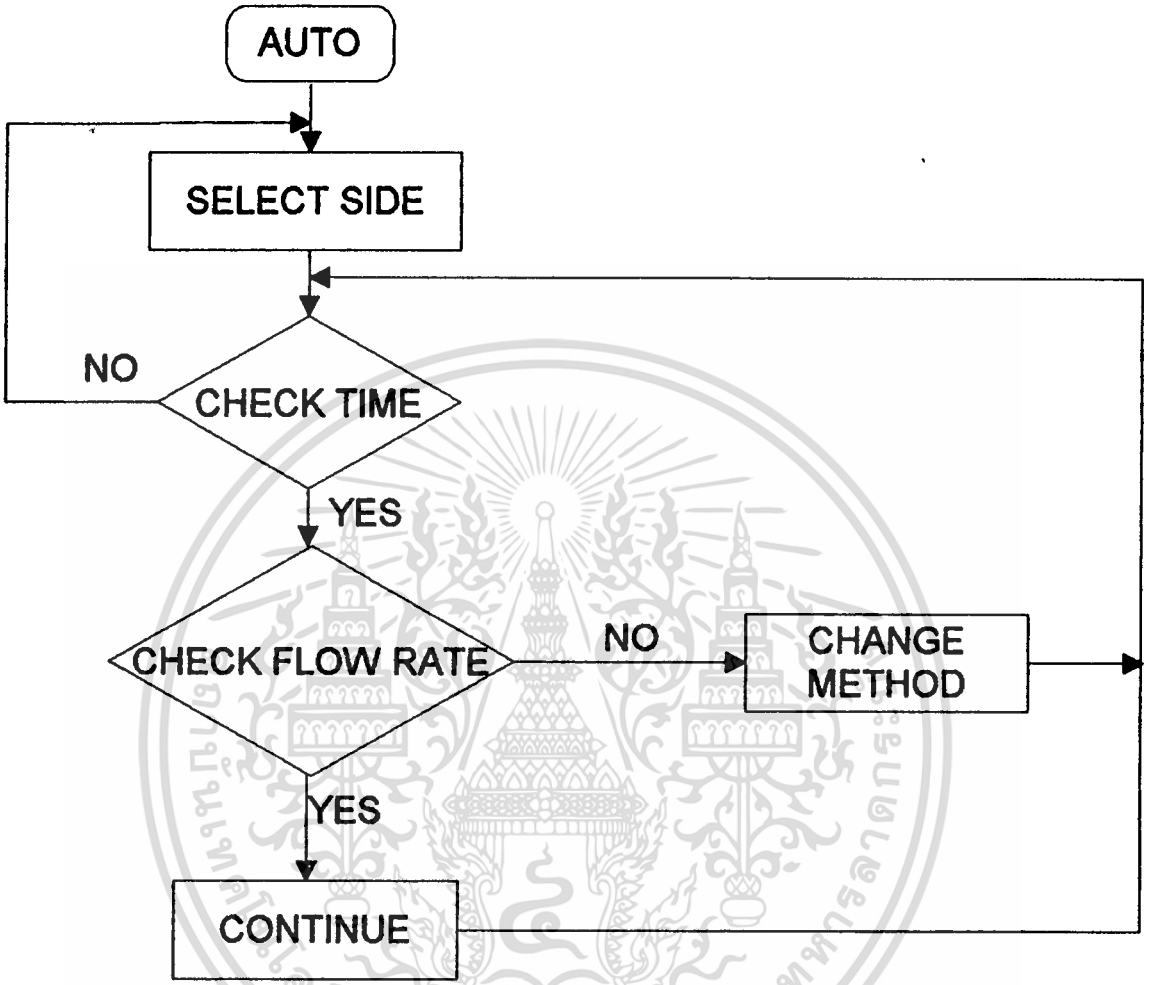
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การลอกเลียนแบบ ดัดแปลง หรือนำไปเผยแพร่ต่อ ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานรวม

รูปที่ 4.2.2 โฟลว์ชาร์ตการทำงานส่วนควบคุมด้วยคน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2.3 โฟลว์ชาร์ตการทำงานส่วนควบคุมอัตโนมติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 โปรแกรมการทำงาน

```
# include <stdio.h>
# include <dos.h>
# include <graphics.h>
# include <time.h>
# include <stdlib.h>
# define COLOR YELLOW
# define  A  50
# define  T1 60
# define  T2 60
# define  T3 60
# define  T4 60
  int patern[4][14][3] = { {
{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{1,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{1,0,0},{0,0,0} },
                                {
{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{0,0,0},{1,0,0},{1,1,0},{1,0,0},{0,0,0},{1,1,0} },
                                {
{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,1,0},{0,0,0},{1,0,0},{0,0,0},{1,1,0},{1,0,0} },
                                {
{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,1},{1,0,0},{0,0,0},{1,0,0},{1,1,0},{1,0,0},{0,0,0},{1,1,0} } };
  int  side,d,M0,M1,M2,i,j,k,x,y,ot,timeF;
  int  E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R;
  int  newli[14][3];
  int  INF[14];
  int  flowr[14][3];
  int  Y[14][3];
  int  color[14][3];
  int  light[14][3];
  int  INF[14];
  int  flowrate(void);
  int  testtime(void);
  void showtime(void);
  void showrate(void);
  void resetflow(void);
  void standard(void);
  int  testime(void);
  void init(void);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void inst(void);
void chal(void);
void comp(void);
void box(int, int, int, int, int);
void pic(void);
void start(void);
void john(void);
void outmo(void);
void outmo1(void);
void outlight(void);
void outchange(void);
void showsign(void);
char string[5];


void main()
{
 int driver,mode,a,b,c,j;
 driver = DETECT;
 mode = 1;
 initgraph( &driver , &mode , "C:\\TC\\BGI");

 clearviewport();
 setbkcolor(BLUE);
 setcolor(YELLOW);
 line(10,10,10,470);
 line(10,10,620,10);
 line(620,10,620,470);
 line(10,470,620,470);
 outtextxy(210,200,"TRAFFIC LIGHT CONTROL SYSTEM");
 delay(2000);
 setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
 bar(200,200,440,270);
 outportb(0x213,0x89);
 for(i=0;i<=13;i++)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                for(j=0;j<=2;j++)
                {
                 light[i][j] = 0;
                }
               }
        outmo();

  do
 {
  setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
  bar(11,11,619,469);
  outtextxy(210,200,"SELECT CONTROL");
  outtextxy(210,210,"1: MANUAL    CONTROL");
  outtextxy(210,220,"2: AUTOMATIC CONTROL");
  outtextxy(210,230,"3: QUIT");
  a = getch();
   if(a == '1')
  {
     pic();
     for(i=0;i<=13;i++)
          {
            for(j=0;j<=2;j++)
           {
             light[i][j] = 0;
             color[i][j] = RED;
           }
          }
     outmo();
     for(i=8;i<=13;i++)
          {
            color[i][2] = BLACK;
          }
          outlight();
          outtextxy(410,370,"MANUAL CONTROL");
          outtextxy(410,340,"SELECT SIDE:");
          scanf("%d",&side);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        clrscr();
        pic();
        outtextxy(410,340,"SELECT SIDE:");
        outtextxy(410,370,"MANUAL CONTROL");
        outlight();
        i = side;
        itoa(side,string,10);
        outtextxy(520,340,string);
        box(410,260,530,280,COLOR);
        setcolor(CYAN);
        circle(440,270,7);
        circle(470,270,7);
        circle(500,270,7);
        outchange();
    do
    {

        do
        {
         c = getch();
       outtextxy(410,350,"PRESS Q TO QUIT");
         setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
         bar(20,410,200,420);
         if(c == 's')
         {
            color[i][0] = GREEN;
            light[i][0] = 1;
            outchange();
            outlight();
            outmo();
            showsign();
         }
         if(c == 'd' )
         {
            color[i][1] = GREEN;
            light[i][1] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    outchange();
    outlight();
    outmo();
    showsign();
  }
  if(c == 'f')
  {
    if(color[i][2]!= BLACK)
    {
        color[i][2] = GREEN;
        light[i][2] = 1;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        showsign();
    }
  }
  if(c == 'x')
{
    if(light[i][0] != 0)
    {
        color[i][0] = YELLOW;
        light[i][0] = 2;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        delay(2000);
        color[i][0] = RED;
        light[i][0] = 0;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        showsign();
    }
}
  if(c == 'c' )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  if(light[i][1] != 0)
   {
        color[i][1] = YELLOW;
        light[i][1] = 2;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        delay(2000);
        color[i][1] = RED;
        light[i][1] = 0;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        showsign();
      }
}
if(c == 'v')
{
  if(color[i][2]!= BLACK && light[i][2] != 0)
  {
        color[i][2] = YELLOW;
        light[i][2] = 2;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        delay(2000);
        color[i][2] = RED;
        light[i][2] = 0;
        outchange();
        outlight();
        outmo();
        showsign();
  }
}while(c != 'q');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
            bar(410,350,600,360);
            setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
            bar(520,340,600,360);
            scanf("%d",&side);
            clrscr();
            pic();
            showsign();
            outtextxy(410,340,"SELECT SIDE:");
            outtextxy(410,370,"MANUAL CONTROL");
            outlight();
            box(410,260,530,280,COLOR);
            setcolor(CYAN);
            circle(440,270,7);
            circle(470,270,7);
            circle(500,270,7);
            outchange();
            i = side;
            itoa(side,string,10);
            outtextxy(520,340,string);
            outchange();

            outtextxy(20,410,"PRESS 'Q' TO QUIT");
            b = getch();

      }while(b!='q');
    clearviewport();
}

if(a == '2')
{
        pic();
        standard();
        outtextxy(110,430," AUTOMATIC CONTROL ");
        init();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
do
{
        k = 0;
        if( kbhit() )  goto end;
        resetflow();
        timeF = 0;
        showtime();
        start();
        ot = time(NULL);
        john();
        chal();
        timeF =testtime();
        if(timeF > T1) break;
        showtime();
        if( kbhit() )  goto end;
        do
        {
          timeF = testtime();
          if(timeF > T1)  break;
          showtime();
          if( kbhit() )  goto end;
          flowr[1][0]  = flowrate();
          flowr[1][1]  = flowrate();
          flowr[3][0]  = flowrate();
          flowr[3][1]  = flowrate();
          flowr[5][0]  = flowrate();
          flowr[5][1]  = flowrate();
          flowr[7][0]  = flowrate();
          flowr[7][1]  = flowrate();
          flowr[8][0]  = flowrate();
          flowr[9][0]  = flowrate();
          flowr[9][1]  = flowrate();
          flowr[11][0] = flowrate();
          flowr[11][1] = flowrate();
          flowr[12][0] = flowrate();
          if( kbhit() )  goto end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
showrate();
flowr[1][0]  = flowrate();
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
showtime();
if(flowr[1][0] <= A && E > A)
{
  Y[1][0] = -1;
  light[1][0] = 0;
  chal();
}
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
if( flowr[1][0] > A)
{
  Y[1][0] = 1;
  light[1][0] = 1;
  chal();
}
flowr[1][1]  = flowrate();
showrate();
timeF =  testtime();
if(timeF > T1)  break;
if(flowr[1][1] <=  A && F > A)
{
  Y[1][1] = -1;
  light[1][1] = 0;
  chal();
}
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
flowr[1][1]  = flowrate();
showrate();
if( kbhit() )  goto end;
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 showtime();
 if( flowr[1][1] > A)
{
   Y[1][1] = 1;
   light[1][1] = 1;
   chal();
}
 flowr[3][0]  = flowrate();
 showrate();
 if(flowr[3][0] <= A && G > A)
{
   Y[3][0] = -1;
   light[3][0] = 0;
   chal();
}
 if( flowr[3][0] > A)
{
   Y[3][0] = 1;
   light[3][0] = 1;
   chal();
 }
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 flowr[3][1]  = flowrate();
 showrate();
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 if( kbhit() )  goto end;
 showtime();
 if(flowr[3][1] <= A && H > A)
{
   Y[3][1] = -1;
   light[3][1] = 0;
   chal();
}
 timeF = testtime();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if(timeF > T1)  break;
 if( flowr[3][1] > A)
 {
   Y[3][1] = 1;
   light[3][1] = 1;
   chal();
 }
 flowr[5][0]  = flowrate();
 showrate();
 if(flowr[5][0] <= A && I > A)
 {
   Y[5][0] = -1;
   light[5][0] = 0;
   chal();
 }
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 showtime();
 if( flowr[5][0] > A)
 {
   Y[5][0] = 1;
   light[5][0] = 1;
   chal();
 }
 if( kbhit() )  goto end;
 if(timeF > T1 )  break;
 flowr[5][1]  = flowrate();
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 showrate();
 if(flowr[5][1] <= A && J > A)
 {
   Y[5][1] = -1;
   light[5][1] = 0;
   chal();
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
timeF = testtime();
showtime();
if( flowr[5][1] > A)
{
  Y[5][1] = 1;
  light[5][1] = 1;
  chal();
}
flowr[7][0]  = flowrate();
showrate();
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
if(flowr[7][0] <= A && K > A)
{
  Y[7][0] = -1;
  light[7][0] = 0;
  chal();
}
if( flowr[7][0] > A)
{
  Y[7][0] = 1;
  light[7][0] = 1;
  chal();
}
if( kbhit() )  goto end;
timeF = testtime();
if(timeF > T1)  break;
flowr[7][1]  = flowrate();
showrate();
if(flowr[7][1] <= A && L > A)
{
  Y[7][1] = -1;
  light[7][1] = 0;
  chal();
}
if( kbhit() )  goto end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 showtime();
 if( flowr[7][1] > A)
 {
   Y[7][1] = 1;
   light[7][1] = 1;
   chal();
 }
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 flowr[8][0]  = flowrate();
 showrate();
 if( kbhit() )  goto end;
 if(flowr[8][0] <= A && M > A)
 {
   Y[8][0] = -1;
   light[8][0] = 0;
   chal();
 }
 if( flowr[8][0] > A)
 {
   Y[8][0] = 1;
   light[8][0] = 1;
   chal();
 }
 timeF = testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 showtime();
 if( kbhit() )  goto end;
 flowr[9][0]  = flowrate();
 showrate();
 if(flowr[9][0] <= A && N > A)
 {
   Y[9][0] = -1;
   light[9][0] = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    chal();
  }
  if( kbhit() )  goto end;
  if( flowr[9][0] > A)
  {
    Y[9][0] = 1;
    light[9][0] = 1;
    chal();
  }
  flowr[9][1]  = flowrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T1)  break;
  showtime();
  showrate();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[9][1] <= A && O > A)
  {
    Y[9][1] = -1;
    light[9][1] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[9][1] > A)
  {
    Y[9][1] = 1;
    light[9][1] = 1;
    chal();
  }
  if( kbhit() )  goto end;
  flowr[11][0]  = flowrate();
  showrate();
  if(flowr[11][0] <= A && P > A)
  {
    Y[11][0] = -1;
    light[11][0] = 0;
    chal();
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if( flowr[11][0] > A)
 {
   Y[11][0] = 1;
   light[11][0] = 1;
   chal();
 }
 if( kbhit() )  goto end;
 flowr[11][1]  = flowrate();
 showrate();
 timeF =  testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 if(flowr[11][1] <= A && Q > A)
{
   Y[11][1] = -1;
   light[11][1] = 0;
   chal();
 }
 if( flowr[11][1] > A)
 {
  Y[11][1] = 1;
  light[11][1] = 1;
  chal();
}
 flowr[12][0]  = flowrate();
 showrate();
 if( kbhit() )  goto end;
 timeF =  testtime();
 if(timeF > T1)  break;
 if(flowr[12][0] <= A && R > A)
{
  Y[12][0] = -1;
  light[12][0] = 0;
  chal();
}
 if( flowr[12][0] > A)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                Y[12][0] = 1;
                light[12][0] = 1;
                chal();
            }
                if( kbhit() )  goto end;
                E     = flowr[1][0];
                F     = flowr[1][1];
                G     = flowr[3][0];
                H     = flowr[3][1];
                I     = flowr[5][0];
                J     = flowr[5][1];
                K     = flowr[7][0];
                L     = flowr[7][1];
                M     = flowr[8][0];
                N     = flowr[9][0];
                O     = flowr[9][1];
                P     = flowr[11][0];
                Q     = flowr[11][1];
                R     = flowr[12][0];
                if( kbhit() )  goto end;

            }while(timeF < 60);

            k = 1;
            init();
            john();
            chal();
            timeF = 0;
            ot = time(NULL);
    do
    {
            timeF =  testtime();
            if(timeF > T2)  break;
            flowr[0][1]  = flowrate();
            flowr[1][2]  = flowrate();
            flowr[2][0]  = flowrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
flowr[3][2]  = flowrate();
flowr[4][0]  = flowrate();
flowr[5][2]  = flowrate();
flowr[6][0]  = flowrate();
flowr[7][2]  = flowrate();
flowr[9][0]  = flowrate();
flowr[10][0] = flowrate();
flowr[10][1] = flowrate();
flowr[11][0] = flowrate();
flowr[13][0] = flowrate();
flowr[13][1] = flowrate();
flowr[0][1]  = flowrate();
 showrate();
 timeF = testtime();
 if(timeF > T2)  break;
 showtime();
 if( kbhit() )  goto end;
 if(flowr[0][1] <= A && E > A)
 {
  Y[0][1] = -1;
  light[0][1] = 0;
  chal();
 }
 timeF =  testtime();
if(timeF > T2)  break;
 if( flowr[0][1] > A+2)
 {
   Y[0][1] = 1;
   light[0][1] = 1;
   chal();
 }
 flowr[1][2]  = flowrate();
 showrate();
 timeF = testtime();
 if(timeF > T2)  break;
 showtime();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[1][2] <=  A && F > A)
  {
    Y[1][2] = -1;
    light[1][2] = 0;
    chal();
  }
  timeF =  testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  if( flowr[1][2] > A+2)
  {
    Y[1][2] = 1;
    light[1][2] = 1;
    chal();
  }
  flowr[2][0]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  showtime();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[2][0] <= A && G > A)
  {
   Y[2][0] = -1;
   light[2][0] = 0;
   chal();
  }
 if( flowr[2][0] > A+2)
 {
   Y[2][0] = 1;
   light[2][0] = 1;
   chal();
 }
 flowr[3][2]  = flowrate();
 showrate();
 timeF = testtime();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(timeF > T2)  break;
     showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[3][2] <= A && H > A)
   {
     Y[3][2] = -1;
     light[3][2] = 0;
     chal();
   }
   if( flowr[3][2] > A+2)
   {
     Y[3][2] = 1;
     light[3][2] = 1;
     chal();
   }
    flowr[4][0]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    timeF =  testime();
   if(timeF > T2)  break;
   if(flowr[4][0] <= A && I > A)
  {
    Y[4][0] = -1;
    light[4][0] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[4][0] > A+2)
  {
    Y[4][0] = 1;
    light[4][0] = 1;
    chal();
  }
  flowr[5][2] = flowrate();
  showrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timeF = testtime();
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    timeF =  testtime();
    if(timeF > T2)  break;
    if(flowr[5][2] <= A && J > A)
   {
     Y[5][2] = -1;
     light[5][2] = 0;
     chal();
   }
   if( flowr[5][2] > A+2)
   {
     Y[5][2] = 1;
     light[5][2] = 1;
     chal();
   }
    flowr[6][0]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    if(timeF > T2)  break;
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[6][0] <= A && K > A)
   {
     Y[6][0] = -1;
     light[6][0] = 0;
     chal();
   }
   if( flowr[6][0] > A+2)
   {
     Y[6][0] = 1;
     light[6][0] = 1;
     chal();
   }
    flowr[7][2]  = flowrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    showrate();
    timeF = testtime();
    if(timeF > T2)  break;
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[7][2] <= A && L > A)
    {
      Y[7][2] = -1;
      light[7][2] = 0;
      chal();
    }
    if( flowr[7][2] > A+2)
    {
      Y[7][2] = 1;
      light[7][2] = 1;
      chal();
    }
    flowr[9][0]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    if(timeF > T2)  break;
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[9][0] <= A && M > A)
  {
     Y[9][0] = -1;
     light[9][0] = 0;
     chal();
  }
   if(flowr[9][0] > A+2)
  {
     Y[9][0] = 1;
     light[9][0] = 1;
     chal();
  }
   flowr[10][0] = flowrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    showrate();
    timeF = testtime();
    showtime();
    if(timeF > T2)  break;
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[10][0] <= A && N > A)
   {
     Y[10][0] = -1;
     light[10][0] = 0;
     chal();
   }
    if(-flowr[10][0] > A+2)
   {
     Y[10][0] = 1;
     light[10][0] = 1;
     chal();
   }
    flowr[10][1]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    showtime();
    if(timeF > T2)  break;
   if( kbhit() )  goto end;
   if(flowr[10][1] <= A && O > A)
  {
    Y[10][1] = -1;
    light[10][1] = 0;
    chal();
  }
   if( flowr[10][1] > A+2)
  {
    Y[10][1] = 1;
    light[10][1] = 1;
    chal();
  }
   flowr[11][0]  = flowrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 showrate();
 timeF = testtime();
 showtime();
 if(timeF > T2)  break;
 if( kbhit() )  goto end;
 if(flowr[11][0] <= A && P > A)
{
  Y[11][0] = -1;
  light[11][0] = 0;
  chal();
}
 if( flowr[11][0] > A+2)
{
  Y[11][0] = 1;
  light[11][0] = 1;
  chal();
}
 flowr[13][0]  = flowrate();
 showrate();
 timeF = testtime();
 showtime();
 if(timeF > T2)  break;
 if( kbhit() )  goto end;
 if(flowr[13][0] <= A && Q > A)
{
  Y[13][0] = -1;
  light[13][0] = 0;
  chal();
}
 if( flowr[13][0] > A+2)
{
  Y[13][0] = 1;
  light[13][0] = 1;
  chal();
}
 flowr[13][1] = flowrate();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            showrate();
            timeF = testtime();
            showtime();
            if(timeF > T2)  break;
            if( kbhit() )  goto end;
            if(flowr[13][1] <= A && R > A)
            {
              Y[13][1] = -1;
              light[13][1] = 0;
              chal();
            }
            if( flowr[13][1] > A+2)
            {
              Y[13][1] = 1;
              light[13][1] = 1;
              chal();
            }
              E     = flowr[0][1];
              F     = flowr[1][2];
              G     = flowr[2][0];
              H     = flowr[3][2];
              I     = flowr[4][0];
              J     = flowr[5][2];
              K     = flowr[6][0];
              L     = flowr[7][2];
              M     = flowr[9][0];
              N     = flowr[10][0];
              O     = flowr[10][1];
              P     = flowr[11][0];
              Q     = flowr[13][0];
              R     = flowr[13][1];

        }while ( timeF <60 );
            k = 2;
        init();
        timeF = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        john();
        chal();
        ot =  time(NULL);
do
{
        flowr[0][0]  = flowrate();
        flowr[0][1]  = flowrate();
        flowr[2][0]  = flowrate();
        flowr[2][1]  = flowrate();
        flowr[4][0]  = flowrate();
        flowr[4][1]  = flowrate();
        flowr[6][0]  = flowrate();
        flowr[6][1]  = flowrate();
        flowr[8][0]  = flowrate();
        flowr[8][1] = flowrate();
        flowr[10][0] = flowrate();
        flowr[13][0] = flowrate();
        flowr[12][0] = flowrate();
        flowr[12][1] = flowrate();

        flowr[0][0]  = flowrate();
        showrate();
        timeF = testtime();
        if(timeF > T2)  break;
        showtime();
        if( kbhit() )  goto end;
        if(flowr[0][0] <= A && E > A)
        {
          Y[0][0] = -1;
          light[0][0] = 0;
          chal();
        }
        if( flowr[0][0] > A+2)
        {
          Y[0][0] = 1;
          light[0][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        chal();
      }
      flowr[0][1]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      if(timeF > T2)  break;
      showtime();
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[0][1] <=  A && F > A)
      {
        Y[0][1] = -1;
        light[0][1] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[0][1] > A+2)
      {
        Y[0][1] = 1;
        light[0][1] = 1;
        chal();
      }
      flowr[2][0]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if(timeF > T2)  break;
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[2][0] <= A && G > A)
      {
        Y[2][0] = -1;
        light[2][0] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[2][0] > A+2)
      {
        Y[2][0] = 1;
        light[2][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    chal();
  }
  flowr[2][1]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  showtime();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[2][1] <= A && H > A)
  {
    Y[2][1] = -1;
    light[2][1] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[2][1] > A+2)
  {
    Y[2][1] = 1;
    light[2][1] = 1;
    chal();
  }
  flowr[4][0]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  showtime();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[4][0] <= A && I > A)
{
    Y[4][0] = -1;
    light[4][0] = 0;
    chal();
}
if( flowr[4][0] > A+2)
{
  Y[4][0] = 1;
  light[4][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      chal();
    }
     flowr[4][1]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     if(timeF > T2)  break;
     showtime();
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[4][1] <= A && J > A)
    {
       Y[4][1] = -1;
       light[4][1] = 0;
       chal();
    }
    if( flowr[4][1] > A+2)
    {
       Y[4][1] = 1;
       light[4][1] = 1;
       chal();
    }
     flowr[6][0]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     if(timeF > T2)  break;
     showtime();
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[6][0] <= A && K > A)
    {
       Y[6][0] = -1;
       light[6][0] = 0;
       chal();
    }
    if( flowr[6][0] > A+2)
    {
       Y[6][0] = 1;
       light[6][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    chal();
  }
  flowr[6][1]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  showtime();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[6][1] <= A && L > A)
  {
    Y[6][1] = -1;
    light[6][1] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[6][1] > A+2)
  {
    Y[6][1] = 1;
    light[6][1] = 1;
    chal();
  }
  flowr[8][0]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  if(timeF > T2)  break;
  showtime();
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[8][0] <= A && M > A)
  {
    Y[8][0] = -1;
    light[8][0] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[8][0] > A+2)
  {
    Y[8][0] = 1;
    light[8][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      chal();
    }
     flowr[8][1]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     if(timeF > T2)  break;
     showtime();
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[8][1] <= A && N > A)
    {
       Y[8][1] = -1;
       light[8][1] = 0;
       chal();
    }
     if( flowr[8][1] > A+2)
    {
      Y[8][1] = 1;
      light[8][1] = 1;
      chal();
    }
    flowr[10][0]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    if(timeF > T2)  break;
    showtime();
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[10][0] <= A && O > A)
   {
     Y[10][0] = -1;
     light[10][0] = 0;
     chal();
   }
    if( flowr[10][0] > A+2)
   {
     Y[10][0] = 1;
     light[10][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      chal();
    }
     flowr[13][0]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     if(timeF > T2)  break;
     showtime();
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[13][0] <= A && P > A)
    {
       Y[13][0] = -1;
       light[13][0] = 0;
       chal();
     }
     if( flowr[13][0] > A+2)
    {
       Y[13][0] = 1;
       light[13][0] = 1;
       chal();
    }
     flowr[12][0]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     if(timeF > T2)  break;
     showtime();
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[12][0] <= A && Q > A)
    {
       Y[12][0] = -1;
       light[12][0] = 0;
       chal();
     }
     if( flowr[12][0] > A+2)
    {
       Y[12][0] = 1;
       light[12][0] = 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        chal();
      }
      flowr[12][1]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[12][1] <= A && R > A)
      {
        Y[12][1] = -1;
        light[12][1] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[12][1] > A+2)
      {
        Y[12][1] = 1;
        light[12][1] = 1;
        chal();
      }
          E     = flowr[0][0];
          F     = flowr[0][1];
          G     = flowr[2][0];
          H     = flowr[2][1];
          I     = flowr[4][0];
          J     = flowr[4][1];
          K     = flowr[6][0];
          L     = flowr[6][1];
          N     = flowr[8][1];
          O     = flowr[10][0];
          P     = flowr[13][0];
          Q     = flowr[12][0];
          R     = flowr[12][1];

    }while( timeF <60 );
    k = 3 ;
    init();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        timeF = 0;
        john();
        chal();
        ot = time(NULL);
do
{
        flowr[0][2]  = flowrate();
        flowr[1][0]  = flowrate();
        flowr[2][2]  = flowrate();
        flowr[3][0]  = flowrate();
        flowr[4][2]  = flowrate();
        flowr[5][1]  = flowrate();
        flowr[6][2]  = flowrate();
        flowr[7][0]  = flowrate();
        flowr[9][0]  = flowrate();
        flowr[10][0] = flowrate();
        flowr[10][1] = flowrate();
        flowr[11][0] = flowrate();
        flowr[13][0] = flowrate();
        flowr[13][1] = flowrate();
        showrate();

        flowr[0][2]  = flowrate();
        showrate();
        timeF = testtime();
        showtime();
        if(timeF > T4)  break;
        if( kbhit() )  goto end;
        if(flowr[0][2] <= A && E > A)
       {
         Y[0][2] = -1;
         light[0][2] = 0;
         chal();
       }
       if( flowr[0][2] > A+2)
       {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Y[0][2] = 1;
        light[0][2] = 1;
        chal();
      }
       flowr[1][0]  = flowrate();
       showrate();
       timeF = testtime();
       showtime();
       if(timeF > T4) break;
       if( kbhit() )  goto end;
       if(flowr[1][0] <=  A && F > A)
      {
        Y[1][0] = -1;
        light[1][0] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[1][0] > A+2)
      {
        Y[1][0] = 1;
        light[1][0] = 1;
        chal();
      }
       flowr[2][2]  = flowrate();
       showrate();
       timeF = testtime();
       showtime();
       if(timeF > T4)  break;
       if( kbhit() )  goto end;
       if(flowr[2][2] <= A && G > A)
      {
        Y[2][2] = -1;
        light[2][2] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[2][2] > A+2)
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Y[2][2] = 1;
        light[2][2] = 1;
        chal();
      }
      flowr[3][0]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if(timeF > T4)  break;
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[3][0] <= A && H > A)
      {
        Y[3][0] = -1;
        light[3][0] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[3][0] > A+2)
      {
        Y[3][0] = 1;
        light[3][0] = 1;
        chal();
      }
      flowr[4][2]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if(timeF > T4)  break;
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[4][2] <= A && I > A)
      {
        Y[4][2] = -1;
        light[4][2] = 0;
        chal();
      }
      if( flowr[4][2] > A+2)
      {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Y[4][2] = 1;
      light[4][2] = 1;
      chal();
    }
    flowr[5][1]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    showtime();
    if(timeF > T4)  break;
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[5][1] <= A && J > A)
    {
      Y[5][1] = -1;
      light[5][1] = 0;
      chal();
    }
    if( flowr[5][1] > A+2)
    {
      Y[5][1] = 1;
      light[5][1] = 1;
      chal();
    }
    flowr[6][2]  = flowrate();
    showrate();
    timeF = testtime();
    showtime();
    if(timeF > T4)  break;
    if( kbhit() )  goto end;
    if(flowr[6][2] <= A && K > A)
    {
      Y[6][2] = -1;
      light[6][2] = 0;
      chal();
    }
    if( flowr[6][2] > A+2)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      Y[6][2] = 1;
      light[6][2] = 1;
      chal();
    }
     flowr[7][0]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     showtime();
     if(timeF > T4)  break;
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[7][0] <= A && L > A)
    {
       Y[7][0] = -1;
       light[7][0] = 0;
       chal();
    }
    if( flowr[7][0] > A+2)
    {
       Y[7][0] = 1;
       light[7][0] = 1;
       chal();
    }
     flowr[9][0]  = flowrate();
     showrate();
     timeF = testtime();
     showtime();
     if(timeF > T4)  break;
     if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[9][0] <= A && M > A)
    {
      Y[9][0] = -1;
      light[9][0] = 0;
      chal();
    }
    if( flowr[9][0] > A+2)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Y[9][0] = 1;
        light[9][0] = 1;
        chal();
      }
      flowr[10][0]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if(timeF > T4)  break;
      if( kbhit() )  goto end;
      if(flowr[10][0] <= A && N > A)
     {
       Y[10][0] = -1;
       light[10][0] = 0;
       chal();
     }
      if( flowr[10][0] > A+2)
      {
       Y[10][0] = 1;
       light[10][0] = 1;
       chal();
     }
      flowr[10][1]  = flowrate();
      showrate();
      timeF = testtime();
      showtime();
      if(timeF > T4)  break;
      if( kbhit() )  goto end;
     if(flowr[10][1] <= A && O > A)
    {
      Y[10][1] = -1;
      light[10][1] = 0;
      chal();
    }
     if( flowr[10][1] > A+2)
    {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Y[10][1] = 1;
    light[10][1] = 1;
    chal();
  }
  flowr[11][0]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  showtime();
  if(timeF > T4)  break;
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[11][0] <= A && P > A)
  {
    Y[11][0] = -1;
    light[11][0] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[11][0] > A+2)
  {
    Y[11][0] = 1;
    light[11][0] = 1;
    chal();
  }
  flowr[13][0]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  showtime();
  if(timeF > T4)  break;
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[13][0] <= A && Q > A)
  {
    Y[13][0] = -1;
    light[13][0] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[13][0] > A+2)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Y[13][0] = 1;
    light[13][0] = 1;
    chal();
  }
  flowr[13][1]  = flowrate();
  showrate();
  timeF = testtime();
  showtime();
  if(timeF > T4)  break;
  if( kbhit() )  goto end;
  if(flowr[13][1] <= A && R > A)
  {
    Y[13][1] = -1;
    light[13][1] = 0;
    chal();
  }
  if( flowr[13][1] > A+2)
  {
    Y[12][1] = 1;
    light[12][1] = 1;
    chal();
  }
        E     = flowr[0][2];
        F     = flowr[1][0];
        G     = flowr[2][2];
        H     = flowr[3][0];
        I     = flowr[4][2];
        J     = flowr[5][1];
        K     = flowr[6][2];
        L     = flowr[7][0];
        M     = flowr[9][0];
        N     = flowr[10][0];
        O     = flowr[10][1];
        P     = flowr[11][0];
        Q     = flowr[13][0];
        R     = flowr[13][1];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }while (timeF <60);

   }while(!kbhit());
   end:
   clearviewport();
   }
 }while(a!='3');
 closegraph();
}

  void pic(void)
{
      setcolor(YELLOW);
      clearviewport();
      line(10,10,10,470);
      line(10,10,620,10);
      line(620,10,620,470);
      line(10,470,620,470);

      line(20,80,80,80);
      line(80,80,80,20);
      line(20,160,80,160);
      line(80,160,80,260);
      line(20,260,80,260);
      line(20,340,80,340);
      line(80,340,80,400);
      line(160,20,160,80);
      line(160,80,400,80);
      box(160,160,260,260,COLOR);
      line(160,340,160,400);
      line(340,160,400,160);
      line(340,160,340,260);
      line(340,260,400,260);
      line(160,340,400,340);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
line(20,120,80,120);
line(120,20,120,80);
line(160,120,260,120);
line(340,120,400,120);
line(300,160,300,260);
line(120,160,120,260);
line(120,340,120,400);
line(20,300,80,300);
line(160,300,260,300);
line(340,300,400,300);

box(60,20,75,75,COLOR);
box(20,165,75,180,COLOR);
box(60,200,75,255,COLOR);
box(20,345,75,360,COLOR);
box(165,60,220,75,COLOR);
box(165,165,180,220,COLOR);
box(165,240,220,255,COLOR);
box(165,345,180,400,COLOR);
box(240,20,255,75,COLOR);
box(240,200,255,255,COLOR);
box(200,165,255,180,COLOR);
box(345,165,360,220,COLOR);
box(345,240,400,255,COLOR);
box(345,345,360,400,COLOR);
setcolor(CYAN);
circle(67.5,33.75,5);
circle(67.5,47.5,5);
circle(67.5,61.25,5);
circle(33.75,172.5,5);
circle(47.5,172.5,5);
circle(61.25,172.5,5);
circle(67.5,213.75,5);
circle(67.5,227.5,5);
circle(67.5,241.25,5);
circle(33.75,352.5,5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
circle(47.5,352.5,5);
circle(61.25,352.5,5);
circle(178.75,67.5,5);
circle(192.5,67.5,5);
circle(206.25,67.5,5);
circle(172.5,178.75,5);
circle(172.5,192.5,5);
circle(172.5,206.25,5);
circle(178.75,247.5,5);
circle(192.5,247.5,5);
circle(206.25,247.5,5);
circle(172.5,358.25,5);
circle(172.5,372.5,5);
circle(172.5,386.25,5);
circle(247.5,47.5,5);
circle(247.5,61.25,5);
circle(213.75,172.5,5);
circle(241.25,172.5,5);
circle(247.5,213.75,5);
circle(247.5,227.5,5);
circle(352.5,192.5,5);
circle(352.5,206.25,5);
circle(352.5,372.5,5);
circle(352.5,386.25,5);
circle(358.75,247.5,5);
circle(386.25,247.5,5);
outtextxy(30,47.5,"(0)");
outtextxy(185,50,"(1)");
outtextxy(185,192.5,"(2)");
outtextxy(30,190,"(3)");
outtextxy(30,227,"(4)");
outtextxy(182,230,"(5)");
outtextxy(190,372.5,"(6)");
outtextxy(30,370,"(7)");
outtextxy(215,41,"(8)");
outtextxy(370,190,"(9)");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        outtextxy(220,190,"(10)");
        outtextxy(208,220,"(11)");
        outtextxy(367,230,"(13)");
        outtextxy(370,370,"(12)");
}

  void showsign(void)
{
  setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
  bar(20,82,400,118);
  bar(20,122,400,158);
  bar(20,262,400,298);
  bar(20,302,400,338);
  bar(82,20,118,400);
  bar(122,20,158,400);
  bar(262,81,298,339);
  bar(301,81,338,338);
  if(color[0][0] == GREEN)
  {
    line(40,90,100,90);
    line(100,90,100,80);
    line(95,80,105,80);
    line(95,80,100,75);
    line(105,80,100,75);
  }
 if(color[0][1] == GREEN)
 {
   line(40,100,110,100);
   line(110,95,110,105);
   line(110,95,115,100);
   line(110,105,115,100);
 }
if(color[0][2] == GREEN)
{
  line(40,110,100,110);
  line(100,110,100,120);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    line(95,120,105,120);
    line(95,120,100,125);
    line(105,120,100,125);
  }
  if(color[1][0] == GREEN)
  {
    line(150,40,150,100);
    line(150,100,160,100);
    line(160,95,160,105);
    line(160,95,165,100);
    line(160,105,165,100);
  }
  if(color[1][1] == GREEN)
  {
    line(140,40,140,110);
    line(135,110,145,110);
    line(135,110,140,115);
    line(145,110,140,115);
  }
  if(color[1][2] == GREEN)
  {
    line(130,40,130,100);
    line(130,100,120,100);
    line(120,95,120,105);
    line(115,100,120,95);
    line(120,105,115,100);
  }
  if(color[2][0] == GREEN)
  {
    line(200,150,140,150);
    line(140,150,140,160);
    line(135,160,145,160);
    line(135,160,140,165);
    line(145,160,140,165);
  }
  if(color[2][1] == GREEN)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      line(200,140,130,140);
      line(130,135,130,145);
      line(130,135,125,140);
      line(130,145,125,140);
    }
    if(color[2][2] == GREEN)
    {
      line(200,130,140,130);
      line(140,130,140,120);
      line(135,120,145,120);
      line(135,120,140,115);
      line(145,120,140,115);
    }
    if(color[3][0] == GREEN)
    {
      line(90,140,90,200);
      line(90,140,80,140);
      line(80,135,80,145);
      line(80,135,75,140);
      line(80,145,75,140);
    }
    if(color[3][1] == GREEN)
    {
      line(100,130,100,200);
      line(95,130,105,130);
      line(95,130,100,125);
      line(105,130,100,125);
    }
    if(color[3][2] == GREEN)
    {
      line(110,140,110,200);
      line(110,140,120,140);
      line(120,135,120,145);
      line(120,135,125,140);
      line(120,145,125,140);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }
 if(color[4][0] == GREEN)
 {
   line(40,270,100,270);
   line(100,270,100,260);
   line(95,260,105,260);
   line(95,260,100,255);
   line(105,260,100,255);
 }
 if(color[4][1] == GREEN)
 {
   line(40,280,110,280);
   line(110,275,110,285);
   line(110,275,115,280);
   line(110,285,115,280);
 }
 if(color[4][2] == GREEN)
 {
   line(40,290,100,290);
   line(100,290,100,300);
   line(95,300,105,300);
   line(95,300,100,305);
   line(105,300,100,305);
 }
 if(color[5][0] == GREEN)
 {
   line(150,220,150,280);
   line(150,280,160,280);
   line(160,275,160,285);
   line(160,275,165,280);
   line(160,285,165,280);
 }
 if(color[5][1] == GREEN)
 {
   line(140,220,140,290);
   line(135,290,145,290);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    line(135,290,140,295);
    line(145,290,140,295);
  }
  if(color[5][2] == GREEN)
  {
    line(130,220,130,280);
    line(130,280,120,280);
    line(120,275,120,285);
    line(120,275,115,280);
    line(120,285,115,280);
  }
  if(color[6][0] == GREEN)
  {
    line(200,330,140,330);
    line(140,330,140,340);
    line(135,340,145,340);
    line(135,340,140,345);
    line(145,340,140,345);
  }
  if(color[6][1] == GREEN)
  {
    line(200,320,130,320);
    line(130,325,130,315);
    line(130,315,125,320);
    line(130,325,125,320);
  }
  if(color[6][2] == GREEN)
  {
    line(200,310,140,310);
    line(140,310,140,300);
    line(135,300,145,300);
    line(135,300,140,295);
    line(145,300,140,295);
  }
  if(color[7][0] == GREEN)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  line(90,380,90,320);
  line(90,320,80,320);
  line(80,315,80,325);
  line(80,315,75,320);
  line(80,325,75,320);
}
if(color[7][1] == GREEN)
{
  line(100,380,100,310);
  line(95,310,105,310);
  line(95,310,100,305);
  line(105,310,100,305);
}
if(color[7][2] == GREEN)
{
  line(110,380,110,320);
  line(110,320,120,320);
  line(120,315,120,325);
  line(120,315,125,320);
  line(120,325,125,320);
}
if(color[8][0] == GREEN)
{
  line(210,95,290,95);
  line(290,90,290,100);
  line(290,90,295,95);
  line(290,100,295,95);
}
if(color[8][1] == GREEN)
{
  line(210,105,280,105);
  line(280,105,280,115);
  line(275,115,280,120);
  line(275,115,285,115);
  line(285,115,280,120);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(color[9][0] == GREEN)
{
  line(320,145,380,145);
  line(320,145,320,155);
  line(315,155,325,155);
  line(315,155,320,160);
  line(325,155,320,160);
}
if(color[9][1] == GREEN)
{
  line(310,135,380,135);
  line(310,130,310,140);
  line(310,130,305,135);
  line(310,140,305,135);
}
if(color[10][0] == GREEN)
{
  line(275,200,275,140);
  line(275,140,265,140);
  line(265,135,265,145);
  line(265,135,260,140);
  line(265,145,260,140);
}
if(color[10][1] == GREEN)
{
  line(285,200,285,140);
  line(285,140,295,140);
  line(295,135,295,145);
  line(295,135,300,140);
  line(295,145,300,140);
}
if(color[11][0] == GREEN)
{
  line(210,275,280,275);
  line(280,275,280,265);
  line(275,265,285,265);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    line(275,265,280,260);
    line(285,265,280,260);
  }
  if(color[11][1] == GREEN)
  {
    line(210,285,290,285);
    line(290,280,290,290);
    line(295,285,290,280);
    line(295,285,290,290);
  }
  if(color[13][0] == GREEN)
  {
    line(320,220,320,280);
    line(320,280,330,280);
    line(330,275,330,285);
    line(330,275,335,280);
    line(330,285,335,280);
  }
  if(color[13][1] == GREEN)
  {
    line(310,220,310,280);
    line(310,280,300,280);
    line(300,275,300,285);
    line(300,275,295,280);
    line(300,285,295,280);
  }
  if(color[12][0] == GREEN)
  {
    line(310,330,380,330);
    line(310,325,310,335);
    line(310,325,305,330);
    line(310,335,305,330);
  }
  if(color[12][1] == GREEN)
  {
    line(320,320,380,320);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    line(320,320,320,310);
    line(315,310,325,310);
    line(315,310,320,305);
    line(325,310,320,305);
   }
  }
   void box(int startx, int starty, int endx, int endy, int color)
  {
   setcolor(color);

   line(startx, starty, startx, endy);
   line(startx, starty, endx, starty);
   line(endx, starty, endx, endy);
   line(endx, endy, startx, endy);

  }
   void outchange(void)
  {
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[side][0]);
   floodfill(440,270,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[side][1]);
   floodfill(470,270,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[side][2]);
   floodfill(500,270,CYAN);
  }
  void start(void)
 {
   E = A+1;  L = A+1;
   F = A+1;  M = A+1;
   G = A+1;  N = A+1;
   H = A+1;  O = A+1;
   I = A+1;  P = A+1;
   J = A+1;  Q = A+1;
   K = A+1;  R = A+1;
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  void showtime(void)
{
  setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
  bar(520,390,550,410);
  itoa(timeF,string,10);
  outtextxy(520,390,string);
}
  void showrate(void)
{
  setfillstyle(SOLID_FILL,BLUE);
  bar(520,20,550,380);
  itoa(flowr[0][0],string,10);
  outtextxy(520,20,string);
  itoa(flowr[0][1],string,10);
  outtextxy(520,30,string);
  itoa(flowr[0][2],string,10);
  outtextxy(520,40,string);
  itoa(flowr[1][0],string,10);
  outtextxy(520,50,string);
  itoa(flowr[1][1],string,10);
  outtextxy(520,60,string);
  itoa(flowr[1][2],string,10);
  outtextxy(520,70,string);
  itoa(flowr[2][0],string,10);
  outtextxy(520,80,string);
  itoa(flowr[2][1],string,10);
  outtextxy(520,90,string);
  itoa(flowr[2][2],string,10);
  outtextxy(520,100,string);
  itoa(flowr[3][0],string,10);
  outtextxy(520,110,string);
  itoa(flowr[3][1],string,10);
  outtextxy(520,120,string);
  itoa(flowr[3][2],string,10);
  outtextxy(520,130,string);
  itoa(flowr[4][0],string,10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง ทั้งนี้ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
outtextxy(520,140,string);
itoa(flowr[4][1],string,10);
outtextxy(520,150,string);
itoa(flowr[4][2],string,10);
outtextxy(520,160,string);
itoa(flowr[5][0],string,10);
outtextxy(520,170,string);
itoa(flowr[5][1],string,10);
outtextxy(520,180,string);
itoa(flowr[5][2],string,10);
outtextxy(520,190,string);
itoa(flowr[6][0],string,10);
outtextxy(520,200,string);
itoa(flowr[6][1],string,10);
outtextxy(520,210,string);
itoa(flowr[6][2],string,10);
outtextxy(520,220,string);
itoa(flowr[7][0],string,10);
outtextxy(520,230,string);
itoa(flowr[7][1],string,10);
outtextxy(520,240,string);
itoa(flowr[7][2],string,10);
outtextxy(520,250,string);
itoa(flowr[8][0],string,10);
outtextxy(520,260,string);
itoa(flowr[8][1],string,10);
outtextxy(520,270,string);
itoa(flowr[9][0],string,10);
outtextxy(520,280,string);
itoa(flowr[9][1],string,10);
outtextxy(520,290,string);
itoa(flowr[10][0],string,10);
outtextxy(520,300,string);
itoa(flowr[10][1],string,10);
outtextxy(520,310,string);
itoa(flowr[11][0],string,10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    outtextxy(520,320,string);
    itoa(flowr[11][1],string,10);
    outtextxy(520,330,string);
    itoa(flowr[12][0],string,10);
    outtextxy(520,340,string);
    itoa(flowr[12][1],string,10);
    outtextxy(520,350,string);
    itoa(flowr[13][0],string,10);
    outtextxy(520,360,string);
    itoa(flowr[13][1],string,10);
    outtextxy(520,370,string);
  }


   void resetflow(void)
  {
    for(x=0;x<=13;x++)
    {
      for(y=0;y<=2 ;y++)
        flowr[x][y] = 0;
    }
  }
    int  testtime(void)
  {
    int s,T;
    s = time(NULL);
    T = s - ot;
    return(T);
  }
  int  testime(void)
  {
    int s,T;
    s = time(NULL);
    T = s - ot;
    return(T);
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  void john()
 {
  inst();
  comp();
 }
  int  flowrate(void)
 {
  int mid = 52 ,swing, vary , flow;
        randomize();
        vary = random(5);
        swing = random(2);
        if(swing == 0)
        {       flow = mid+vary;
        }
        if(swing == 1)
        {       flow = mid-vary;
        }
        return(flow);
 }

  void inst(void)
{
   for(i=0;i<=13;i++)
   {
        for(j=0;j<=2;j++)
        {
          newli[i][j] = patern[k][i][j];
        }
   }
}
 void standard(void)
{
  outtextxy(430,20, "RATE  0[L]:");
  outtextxy(430,30, "RATE  0[F]:");
  outtextxy(430,40, "RATE  0[R]:");
  outtextxy(430,50, "RATE  1[L]:");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น และไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    outtextxy(430,60, "RATE  1[F]:");
    outtextxy(430,70, "RATE  1[R]:");
    outtextxy(430,80, "RATE  2[L]:");
    outtextxy(430,90, "RATE  2[F]:");
    outtextxy(430,100,"RATE  2[R]:");
    outtextxy(430,110,"RATE  3[L]:");
    outtextxy(430,120,"RATE  3[F]:");
    outtextxy(430,130,"RATE  3[R]:");
    outtextxy(430,140,"RATE  4[L]:");
    outtextxy(430,150,"RATE  4[F]:");
    outtextxy(430,160,"RATE  4[R]:");
    outtextxy(430,170,"RATE  5[L]:");
    outtextxy(430,180,"RATE  5[F]:");
    outtextxy(430,190,"RATE  5[R]:");
    outtextxy(430,200,"RATE  6[L]:");
    outtextxy(430,210,"RATE  6[F]:");
    outtextxy(430,220,"RATE  6[R]:");
    outtextxy(430,230,"RATE  7[L]:");
    outtextxy(430,240,"RATE  7[F]:");
    outtextxy(430,250,"RATE  7[R]:");
    outtextxy(430,260,"RATE  8[F]:");
    outtextxy(430,270,"RATE  8[R]:");
    outtextxy(430,280,"RATE  9[L]:");
    outtextxy(430,290,"RATE  9[F]:");
    outtextxy(430,300,"RATE 10[L]:");
    outtextxy(430,310,"RATE 10[R]:");
    outtextxy(430,320,"RATE 11[L]:");
    outtextxy(430,330,"RATE 11[F]:");
    outtextxy(430,340,"RATE 12[L]:");
    outtextxy(430,350,"RATE 12[R]:");
    outtextxy(430,360,"RATE 13[F]:");
    outtextxy(430,370,"RATE 13[R]:");
    outtextxy(430,390,"TIME[sec] :");
}
void init(void)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for(i=0;i<=13;i++)
        {
          for(j=0;j<=2;j++)
          {
            light[i][j] = 0;
            color[i][j] = RED;
          }
        }
        outmo1();

    for(i=8;i<=13;i++)
        {
          color[i][2] = BLACK;
        }
        outlight();
        outmo();
        showsign();
}
void comp(void)
{
    for(i=0;i<=13;i++)
    {
        for(j=0;j<=2;j++)
        {
          Y[i][j] = newli[i][j] - light[i][j];
          light[i][j] = newli[i][j];

    }
    }
}
void chal(void)
{
        for(i=0;i<=13;i++)
        for(j=0;j<=2;j++)
        {
          if(Y[i][j] == -1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
          color[i][j] = YELLOW;
          light[i][j] = 2;

        }
    }
          outlight();
          outmo1();
          delay(4000);
   for(i=0;i<=13;i++)
   for(j=0;j<=2;j++)
   {
      if(Y[i][j] == -1)
        color[i][j] = RED;
        light[i][j] = 0;
        showsign();
   }
        outlight();
        outmo1();
        delay(2000);
   for(i=0;i<=13;i++)
   for(j=0;j<=2;j++)
  {
     if(Y[i][j] == 1)
       color[i][j] = GREEN;
       light[i][j] = 1;
       showsign();
  }
       outlight();
       outmo1();
   for(i=0;i<=13;i++)
   for(j=0;j<=2 ;j++)
  {
     Y[i][j] = 0;
  }
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void outlight(void)
{
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[0][0]);
   floodfill(67.5,33.75,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[0][1]);
   floodfill(67.5,47.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[0][2]);
   floodfill(67.5,61.25,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[1][0]);
   floodfill(206.25,67.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[1][1]);
   floodfill(192.5,67.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[1][2]);
   floodfill(178.75,67.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[2][0]);
   floodfill(172.5,206.25,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[2][1]);
   floodfill(172.5,192.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[2][2]);
   floodfill(172.5,178.75,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[3][0]);
   floodfill(33.75,172.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[3][1]);
   floodfill(47.5,172.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[3][2]);
   floodfill(61.25,172.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[4][0]);
   floodfill(67.5,213.75,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[4][1]);
   floodfill(67.5,227.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[4][2]);
   floodfill(67.5,241.25,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[5][0]);
   floodfill(206.25,247.5,CYAN);
   setfillstyle( SOLID_FILL,color[5][1]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
floodfill(192.5,247.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[5][2]);
floodfill(178.75,247.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[6][0]);
floodfill(172.5,386.25,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[6][1]);
floodfill(172.5,372.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[6][2]);
floodfill(172.5,358.25,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[7][0]);
floodfill(33.75,352.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[7][1]);
floodfill(47.5,352.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[7][2]);
floodfill(61.25,352.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[8][0]);
floodfill(247.5,47.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[8][1]);
floodfill(247.5,61.25,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[9][0]);
floodfill(352.5,206.25,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[9][1]);
floodfill(352.5,192.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[10][0]);
floodfill(213.75,172.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[10][1]);
floodfill(241.25,172.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[11][0]);
floodfill(247.5,213.75,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[11][1]);
floodfill(247.5,227.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[13][0]);
floodfill(386.25,247.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[13][1]);
floodfill(358.75,247.5,CYAN);
setfillstyle( SOLID_FILL,color[12][0]);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        floodfill(352.5,386.25,CYAN);
        setfillstyle( SOLID_FILL,color[12][1]);
        floodfill(352.5,372.5,CYAN);
    }
    void outmo(void)
   {
     for(d=0;d<=13;d++)
     {
        if(d == 0)
        {
              if(light[0][0] == 0)
                 M0 = 1;
               else M0 = 2;
              if(light[0][1] == 0)
            {
                 M1 = 4;
              }
               else {
                        if(light[0][1] == 1)    M1 =16;
                        else  M1 = 8;
                      }
          if(light[0][2] == 0)
               M2 = 64;
            else M2 = 32;
          INF[0] = M0 + M1 + M2;

      }
      if(d == 1)
     {
           if(light[1][0] == 0)
              M0 = 1;
            else M0 = 2;
           if(light[1][1] == 0)
           {
              M1 = 4;
           }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else {
                if(light[1][1] == 1)    M1 =16;
                else  M1 = 8;
               }
       if(light[1][2] == 0)
         M2 = 64;
       else M2 = 32;
     INF[1] = M0 + M1 + M2;

 }
 if(d == 2)
{
       if(light[2][0] == 0)
         M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(light[2][1] == 0)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
              if(light[2][1] == 1)    M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
      if(light[2][2] == 0)
        M2 = 64;
      else M2 = 32;
    INF[2] = M0 + M1 + M2;

}
if(d == 3)
{
      if(light[3][0] == 0)
        M0 = 1;
      else M0 = 2;
      if(light[3][1] == 0)
      {
```

เอกสารนี้เป็นการใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            M1 = 4;
          }
           else {
                  if(light[3][1] == 1)    M1 =16;
                  else  M1 = 8;
                 }
          if(light[3][2] == 0)
            M2 = 64;
          else M2 = 32;
        INF[3] = M0 + M1 + M2;

    }
    if(d == 4)
    {
          if(light[4][0] == 0)
            M0 = 1;
          else M0 = 2;
         if(light[4][1] == 0)
         {
           M1 = 4;
         }
          else {
                 if(light[4][1] == 1)    M1 =16;
                 else  M1 = 8;
                }
        if(light[4][2] == 0)
          M2 = 64;
        else M2 = 32;
      INF[4] = M0 + M1 + M2;

   }
   if(d == 5)
   {
        if(light[5][0] == 0)
          M0 = 1;
        else M0 = 2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(light[5][1] == 0)
            {
              M1 = 4;
            }
             else {
                    if(light[5][1] == 1)    M1 =16;
                    else  M1 = 8;
                   }
            if(light[5][2] == 0)
              M2 = 64;
            else M2 = 32;
          INF[5] = M0 + M1 + M2;

 }
 if(d == 6)
{
          if(light[6][0] == 0)
            M0 = 1;
           else M0 = 2;
          if(light[6][1] == 0)
          {
            M1 = 4;
          }
           else {
                  if(light[6][1] == 1)   M1 =16;
                  else  M1 = 8;
                 }
        if(light[6][2] == 0)
          M2 = 64;
        else M2 = 32;
      INF[6] = M0 + M1 + M2;

}
if(d == 7)
{
      if(light[7][0] == 0)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            M0 = 1;
           else M0 = 2;
          if(light[7][1] == 0)
          {
            M1 = 4;
          }
           else {
                  if(light[7][1] == 1)    M1 =16;
                  else  M1 = 8;
                 }
         if(light[7][2] == 0)
           M2 = 64;
         else M2 = 32;
        INF[7] = M0 + M1 + M2;

   }
  if( d == 8)
 {
   if(light[8][0] == 0)
   {
       M0 = 64;
   }
       else {
              if(light[8][0] == 1)   M0 = 16;
              else M0 = 32;
             }
      if(light[8][1] == 0)
        M1 = 4;
      else M1 = 8
      ;
      INF[8] = M0 + M1;
 }
  if( d == 9)
 {
 if(light[9][0] == 0)
       M0 = 64;
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else M0 = 32;
    if(light[9][1] == 0)
    {
        M1 =  16;
    }else {
            if(light[9][1] == 1)  M1 = 4;
            else M1 = 8;
           }
    INF[9] =M0 + M1;
   }
    if( d == 10)
   {
       if(light[10][0] == 0)
        M0 = 64;
        else M0 = 32;
       if(light[10][1] == 0)
        M1 =  8;
        else M1 = 16;
    INF[10] = M0 + M1 ;
  }
   if( d == 11)
  {
      if(light[11][0] == 0)
       M0 = 64;
       else M0 = 32;
      if(light[11][1] == 0)
      {
       M1 = 16;
      }else {
            if(light[11][0] == 1)  M1 = 4;
            else M1 = 8;
          }
      INF[11] = M0 + M1;
  }
   if( d == 12 )
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(light[12][0] == 0)
            {
              M0 = 64;
            } else {
                    if(light[12][0] == 1)   M0 = 16;
                    else M0 = 32;
                 }
            if(light[12][1] == 0)
              M1 = 4;
              else M1 = 8;
         INF[12] = M0 + M1;
        }
         if( d == 13)
        {
            if(light[13][0] == 0)
             M0 = 64;
             else M0 = 32;
            if(light[13][1] == 0)
             M1 =  8;
             else M1 = 16;
         INF[13] = M0 + M1 ;
        }
      }
      for(d=0;d<=13;d++)
      {
        outportb(0x210,INF[d]);
        outportb(0x211,d+17);
        outportb(0x211,0x0);
      }
   }
     void outmo1(void)
  {
     for(d=0;d<=13;d++)
    {
       if(d == 0)
       {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(color[0][0] == RED)
              M0 = 1;
             else M0 = 2;
            if(color[0][1] == RED)
            {
              M1 = 4;
            }
             else {
                    if(color[0][1] == GREEN)    M1 =16;
                    else  M1 = 8;
                   }
           if(color[0][2] == RED)
             M2 = 64;
           else M2 = 32;
         INF[0] = M0 + M1 + M2;

 }
 if(d == 1)
{
          if(color[1][0] == RED)
            M0 = 1;
           else M0 = 2;
          if(color[1][1] == RED)
          {
            M1 = 4;
          }
           else {
                   if(color[1][1] == GREEN)    M1 =16;
                   else  M1 = 8;
                  }
         if(color[1][2] == RED)
           M2 = 64;
         else M2 = 32;
       INF[1] = M0 + M1 + M2;
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if(d == 2)
{
      if(color[2][0] == RED)
        M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(color[2][1] == RED)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
              if(color[2][1] == GREEN)    M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
      if(color[2][2] == RED)
        M2 = 64;
      else M2 = 32;
    INF[2] = M0 + M1 + M2;

}
if(d == 3)
{
      if(color[3][0] == RED)
        M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(color[3][1] == RED)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
              if(color[3][1] == GREEN)    M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
      if(color[3][2] == RED)
        M2 = 64;
      else M2 = 32;
    INF[3] = M0 + M1 + M2;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    if(d == 4)
    {
        if(color[4][0] == RED)
          M0 = 1;
        else M0 = 2;
        if(color[4][1] == RED)
        {
          M1 = 4;
        }
        else {
              if(color[4][1] == GREEN)   M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
        if(color[4][2] == RED)
          M2 = 64;
        else M2 = 32;
      INF[4] = M0 + M1 + M2;

 }
 if(d == 5)
{
       if(color[5][0] == RED)
         M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(color[5][1] == RED)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
             if(color[5][1] == GREEN)   M1 =16;
             else  M1 = 8;
            }
     if(color[5][2] == RED)
       M2 = 64;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        else M2 = 32;
      INF[5] = M0 + M1 + M2;


 }
 if(d == 6)
{
       if(color[6][0] == RED)
         M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(color[6][1] == RED)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
              if(color[6][1] == GREEN)   M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
      if(color[6][2] == RED)
        M2 = 64;
      else M2 = 32;
    INF[6] = M0 + M1 + M2;


}
if(d == 7)
{
      if(color[7][0] == RED)
        M0 = 1;
       else M0 = 2;
      if(color[7][1] == RED)
      {
        M1 = 4;
      }
       else {
              if(color[7][1] == GREEN)   M1 =16;
              else  M1 = 8;
             }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        if(color[7][2] == RED)
          M2 = 64;
        else M2 = 32;
       INF[7] = M0 + M1 + M2;


   }
  if( d == 8)
 {
   if(color[8][0] == RED)
   {
       M0 = 64;
   }
       else {
              if(color[8][0] == GREEN)   M0 = 16;
              else M0 = 32;
           }
      if(color[8][1] == RED)
        M1 = 4;
       else M1 = 8;
      INF[8] = M0 + M1;
}
 if( d == 9)
{
  if(color[9][0] == RED)
      M0 = 64;
      else M0 = 32;
  if(color[9][1] == RED)
  {
      M1 =  16;
 }else {
          if(color[9][1] == GREEN)  M1 = 4;
          else M1 = 8;
         }
 INF[9] = M0 + M1;
 if( d == 10)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
    if(color[10][0] == RED)
     M0 = 64;
     else M0 = 32;
    if(color[10][1] == RED)
     M1 =  8;
     else M1 = 16;
 INF[10] = M0 + M1 ;
}
 if( d == 11)
{
    if(color[11][0] == RED)
     M0 = 64;
     else M0 = 32;
    if(color[11][1] == RED)
    {
     M1 = 16;
    }else {
            if(color[11][0] == GREEN)  M1 = 4;
            else M1 = 8;
         }
    INF[11] = M0 + M1;
}
 if( d == 12 )
{
    if(color[12][0] == RED)
    {
      M0 = 64;
    } else {
            if(color[12][0] == GREEN)   M0 = 16;
            else M0 = 32;
         }
    if(color[12][1] == RED)
      M1 = 4;
      else M1 = 8;
 INF[12] = M0 + M1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
     if( d == 13)
     {
          if(color[13][0] == RED)
           M0 = 64;
           else M0 = 32;
          if(color[13][1] == RED)
           M1 =  8;
           else M1 = 16;
      INF[13] = M0 + M1 ;
     }
   }
   for(d=0;d<=13;d++)
   {
     outportb(0x210,INF[d]);
     outportb(0x211,d+17);
     outportb(0x211,0x0);
   }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและแนวทางการพัฒนา

การทำงานของระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรนี้ สามารถทำงานได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ เป็นแนวคิดแบบหนึ่งที่ได้คิดขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาของระบบไฟอัตโนมัติในปัจจุบันแต่ยังขาดส่วนของโปรแกรมการควบคุมการทำงานที่เหมาะสมกับปัญหารายละเอียดปลีกย่อยที่เกิดขึ้นต่อๆไปทางผู้จัดทำหวังว่าความคิดต่างๆ ที่ได้นำเสนอไปทั้งหมดนี้จะเป็นแนวทางในการที่จะพัฒนาทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ประกอบไปด้วยการ์ดแผงวงจรอุปกรณ์การวัดจำนวนรถและโดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานซึ่งทางผู้เขียนยังขาดทักษะในการเขียนอยู่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Herbert Schildt " Turbo C/C++ the complete refference "
Osborne McGrawHill , second eddition.

[2] Aaron M. Tenenbaum , Yedidyah Langsam and Moshe J. augenstien
" Data Structure Using C", Prentice- Hall

[3] Hardley " High Frequency Circuit Design"

[4] Martin Newman " Industrial Electronics and Control "
Prentice-hall

[5] " คู่มือเทียบเบอร์ IC TTL" บ.ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด

[6] ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์ และ ทินกร คุ๊ก " การอินเทอร์เฟส IBM PC "
ฟิสิกส์เซ้นเตอร์การพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5404/7404 Hex Inverter

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.	SN54S04	J⑭			W⑭	SN54H04	J⑭			W⑭	SN54LS04	J⑭			W⑭	SN5404	J⑭			W⑭	SN54L04	J⑭	N⑭	T⑫	
	SN74S04	J⑭	N⑭			SN74H04	J⑭	N⑭			SN74LS04	J⑭	N⑭			SN7404	J⑭	N⑭			SN74L04	J⑭	N⑭	T⑫	
FAIRCHILD	FM54S04/FM54S04	D⑭				FM54H04/FM54H04	D⑭			F⑭	FM54LS04/FM54LS04	D⑭			F⑭	FM5404/FM54N04	D⑭			F⑭					
	FC74S04/FC9S04	D⑭	P⑭			FC74H04/FC9H04	D⑭	P⑭			FC74LS04/FC9LS04	D⑭	P⑭		F⑭	FM7404/FC9N04	D⑭	P⑭		F⑭					
MOTOROLA						MC3108	L⑭			F⑭						MC5404	L⑭			F⑭					
						MC3008	L⑭	P⑭		F⑭	SN74LS04		P⑭			MC7404	L⑭	P⑭							
N.S.C.						DM54H04	J⑭	N⑭			DM54LS04					DM5404	J⑭	N⑭		W⑭	DM54L04	J⑭	N⑭		F⑭
	DM74S04		N⑭			DM74H04	J⑭	N⑭			DM74LS04					DM7404	J⑭	N⑭			DM74L04	J⑭	N⑭		F⑭
PHILIPS	N74S04		⑭			N74H04		⑭			N74LS04		⑭			FJH241/7404		⑭							
SIGNETICS	S54S04	F⑭	A⑭		W⑭	S54H04	F⑭	A⑭		W⑭						S5404	F⑭	A⑭		W⑭					
	N74S04	F⑭	A⑭		W⑭	N74H04	F⑭	A⑭			N74LS04		A⑭			N7404	F⑭	A⑭							
SIEMENS																FLH211		⑭							
FUJITSU											74LS04		M⑭			ME418	⑭	M⑭							
HITACHI	HD74S04	⑭	P⑭								HD74LS04		P⑭			HD7404/HD2522	⑭	P⑭							
MITSUBISHI	M55004		P⑭								M74LS04		P⑭			M53204		P⑭							
NEC	74S04		C⑭								74LS04		C⑭			μPB255	D⑭								
TOSHIBA																TD5404A		P⑭							

Electrical Characteristics SN54LS04/SN74LS04

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

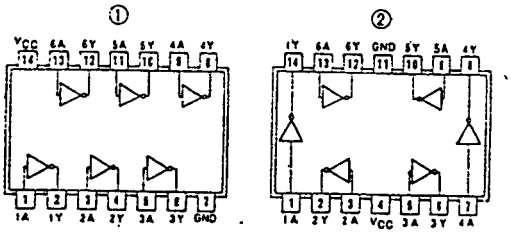
recommended operating conditions

	SN54LS04			SN74LS04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

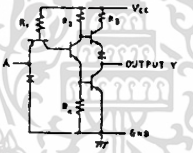
	PARAMETER	TEST CONDITIONS †		MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, I_{OL} = 4mA				0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current *	V_{CC} = MAX	54LS Family	−20		−100	mA
			74LS Family	−20		−100	
I_{CCH}	Supply current	V_{CC} = MAX	Total, outputs high		1.2	2.4	mA
I_{CCL}	Supply current		Total, outputs low		3.6	6.6	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.4		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C. C_L = 15PF, R_L = 2KΩ			9	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output				10	15	ns

Pin Assignments (Top View)



positive logic : $Y = \overline{A}$

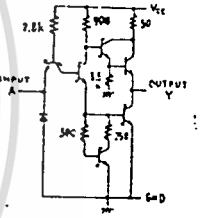
Schematics (each gate)



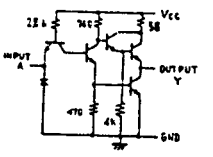
CIRCUIT	R1	R2	R3	R4
'04	4k	1.6k	130	1k
'L04	40k	20k	500	12k

Input clamp diodes not on SN54L/SN74L* circuits.

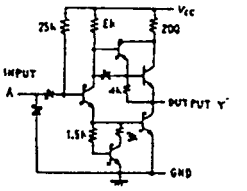
'04, 'L04 CIRCUITS



'S04 CIRCUIT



'H04 CIRCUIT



'LS04 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H*/SN74H* and SN54S*/SN74S*, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54154/74154 4-Line-to-16-Line Decoder/Demultiplexer

	Schottky TLL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.																SN54154		J①		W①	SN54L154		J①		
FAIRCHILD																SN74154		J①N②			SN74L154		J①N②		
MOTOROLA																		8①							
N.S.C.																FC74154		2①	P①						
PHILIPS																SN74154		P①	N②						
SIGNETICS											DM54LS154		J①		F①	DM54154		J①		F①	DM54L154A		D①N③		F①
SIEMENS											DM74LS154		J①	N②	F①	DM74154		J①	N②	F①	DM74L154A		D②N③		F①
FUJITSU											N74LS154		J①												
HITACHI																N74154									
MITSUBISHI																S54154		F①N②		10①					
NEC																N74154		N①							
TOSHIBA																FLY141		①							
											HD74LS154		P①			HD74154/HD2580		①P②							
																M53354		P①							
																μPB2154		D①							

Electrical Characteristics SN54154/SN74154

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54*	−55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74*	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

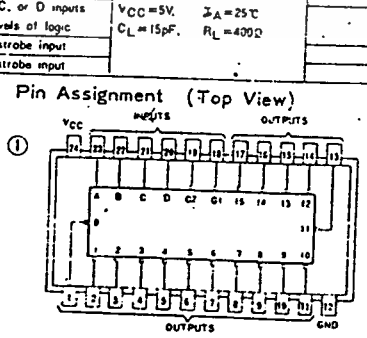
recommended operating conditions

	SN54154 MIN	NOM	MAX	SN74154 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−800			−800	μA
Low-level output current, I_{OL}			16			16	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −12mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −800μA		2.4	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 16mA			0.2	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 5.5V				1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.4V				40	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−1.6	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*	V_{CC} = MAX,	SN54*	−20		−55	mA
			SN74*	−18		−57	
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, See Note	SN54*		34	49	mA
			SN74*		34	56	
t_{PLH}	from A, B, C, or D inputs through 3 levels of logic	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 400Ω			24	36	ns
t_{PHL}	from A, B, C, or D inputs through 3 levels of logic				22	33	ns
t_{PLH}	from either strobe input				20	30	ns
t_{PHL}	from either strobe input				18	27	ns

Pin Assignment (Top View)



positive logic: see function table

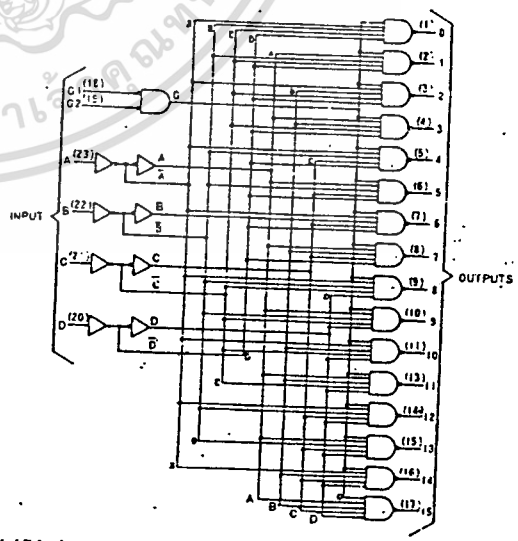
Function Table

154, 'L154

INPUTS G1	G2	D	C	B	A	OUTPUTS 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



154, 'L154 4-LINE-TO-16-LINE DECODER/DEMULTIPLEXER

NOTE: I_{CC} is measured with all inputs grounded and all outputs open.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time.
* t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54193/74193 Synchronous 4-Bit Binary Up/Down Counter (Dual clock with clear)

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T. I.											SN54LS193	J①			W①	SN54193	J①			W①	SN54L193	J①			
											SN74LS193	J①N①				SN74193	J①N①				SN74L193	J①N①			
FAIRCHILD											MN54LS193/MWL5193	W①			F①	FM54193/FM5366	D①								
											FC74LS193/FC05193	D①	P①		F①	FC74193/FC9366	D①	P①							
MOTOROLA											SN74LS193		P①			MC74193		P①							
N. S. C.											DM54LS193		⑥								DM54L193	J①N①			F①
											DM74LS193					DM74193		N①			DM74L193	J①N①			F①
PHILIPS											N74LS193		①			N74193		①							
SIGNETICS																S54193	F①	B①		W①					
													A①			N74193	F①	B①							
SIEMENS																FLJ251		G①							
FUJITSU											74LS193	M①													
HITACHI											HD74LS193	P①				HD2542		①P①							
MITSUBISHI											M74LS193	P①				M53393		P①							
NEC											74LS193	C①				μPB2153	D①								
TOSHIBA																TD74193		P①							
AMD											Am54LS193														
											Am74LS193														

Electrical Characteristics SN54LS193 'SN74LS193

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

	SN54LS193 MIN	NOM	MAX	SN74LS193 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Count frequency, f_{count}	0		25	0		25	MHz
Width of any input pulse, t_w	20			20			ns
Data setup time, t_{setup}	20			20			ns
Data hold time, t_{hold}	0			0			ns
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

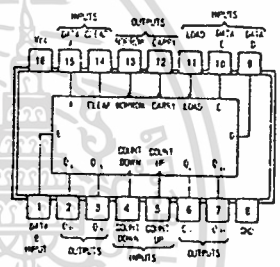
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER*		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −400μA		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 8mA			0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.4V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*	V_{CC} = MAX	SN54LS	−20		100	mA
			SN74LS	−20		100	
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, See Note 1	SN54LS		15	34	mA
			SN74LS		19	34	
f_{max}	maximum clock frequency	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ		25	32		MHz
t_{PLH}	from Count-up to output Carry				17	26	ns
t_{PHL}					18	24	
t_{PLH}	from Count-down to output Borrow				16	24	ns
t_{PHL}					15	24	
t_{PLH}	from Either Count to output Q				27	38	ns
t_{PHL}					30	47	
t_{PLH}	from Load to output Q				24	40	ns
t_{PHL}					25	40	
t_{PHL}	from Clear to output Q				23	35	ns

NOTES: 1. I_{CC} is measured with all outputs open, clear and load inputs grounded, and all other inputs at 4.5V.
A. Clear overrides load, data, and count inputs.
B. When counting up, count-down input must be high; when counting down, count-up input must be high.

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.
‡All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
*Not more than one output should be shorted at a time.
•t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

Pin Assignment (Top View)



เอกสารนี้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTINUED ON NEXT PAGE

54244/74244 Octal Buffers/Line Drivers/Line Receivers

	Schttky TTL				.High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package		
		C	P	M		C	P	M		C	P	M		C	P	M		C	P	M
T. I.									SN54LS244											
									SN74LS244											
FAIRCHILD																				
MOTOROLA																				
N. S. C.																				
PHILIPS																				
SIGNETICS																				
SIEMENS																				
FUJITSU																				
HITACHI																				
MITSUBISHI																				
NEC																				
TOSHIBA																				

Electrical Characteristics SN54LS244/SN74LS244

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7 V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to 125°C
Input voltage	5.5 V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5 V	Storage temperature range		65°C to 150°C

recommended operating conditions

	SN54LS244			SN74LS244			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			12			15	mA
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

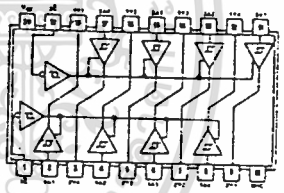
PARAMETER		TEST CONDITIONS †		SN74LS MIN	SN74LS TYP‡	SN74LS MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN,	I_I = −18mA			−1.5	V
	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN		0.2	0.4		V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max,	V_{IH} = 2V, I_{OH} = −3mA	2.4	3.4		V
		V_{CC} = MIN, V_{IL} = 0.5V,	V_{IH} = 2V, I_{OH} = MAX	2			
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 12mA			0.4	V
			I_{OL} = 24mA			0.5	
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	V_O = 2.7V			20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied		V_O = 0.4V			−20	
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX,	V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current, any input	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX,	V_{IL} = 0.4V			−0.2	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ♦	V_{CC} = MAX		−40		−225	mA
I_{CC}	Supply current, Outputs high	V_{CC} = MAX, Outputs open	All		13	23	mA
	Outputs low		'LS244		27	46	
	All outputs disabled		'LS244		32	54	

switching characteristics, V_{CC} 5V, T_A 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output			9	14	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Note 2		12	18	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level			20	30	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level			15	23	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 2		15	25	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level			10	18	ns

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
♦ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.
NOTE 2 : Load circuit and voltage wave forms are shown on page 3-11.

Pin Assignment (Top View)



SN54LS244 (J) SN74LS244 (J, N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้