ห้องสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระบบติดตามเป้าหมาย

TRACKING OBJECT SYSTEM

โดย

นายวิทนัน สุวรรณปาล

นางสาวศิริพร อินทสุวรรณ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73186
วัน,เดือน,ปี 10 ก.ค. 2550

.b 11187922
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบติดตามเป้าหมาย

TRACKING OBJECT SYSTEM

โดย

นายวิทนัน สุวรรณปาล เลขประจำตัว 45010712

นางสาวศิริพร อินทสุวรรณ เลขประจำตัว 45010765

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบติดตามเป้าหมาย

ผู้จัดทำ

1. นายวิทนัน สุวรรณปาล เลขประจำตัว 45010712
2. นางสาวศิริพร อินทสุวรรณ เลขประจำตัว 45010765

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบติดตามเป้าหมาย

นายวิทนัน สุวรรณปาล รหัส 45010712
นางสาวศิริพร อินทสุวรรณ รหัส 45010765
รศ.ดร. มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ ระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆ ได้มีการพัฒนามากขึ้น นักศึกษาจึงคิดทำระบบติดตามวัตถุเพื่อช่วยในการรักษาความปลอดภัยโดยใช้หลักการประมวลผลภาพ กระบวนการในการเคลื่อนที่เริ่มจากการรับภาพวัตถุเข้ามาโดยกล้อง จากนั้นนำภาพที่ได้มาประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม VISUAL C++ ที่สร้างขึ้น ในที่นี้โปรแกรมจะทำการตรวจจับวัตถุที่สนใจจากสี และสามารถทราบตำแหน่งที่วัตถุเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ จากนั้นโปรแกรมจะสั่งการให้กล้องเคลื่อนที่ไปตามวัตถุผ่านทางพอร์ตอนุกรม โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F628 โดยไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการแปลคำสั่งที่ได้รับมาเพื่อสั่งการให้ไอซีขับมอเตอร์ทำงานตามสถานะต่างๆ เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ให้กล้องเคลื่อนที่ตามวัตถุได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRACKING OBJECT SYSTEM

Witthanun Suwannapaal ID. 45010712

Siriporn Intasuwan ID. 45010765

Assoc. Prof.Dr.Manas Sangworasilp(Advisor)

Education year 2005

Abstract

Nowadays, many industries have developed security systems so we study how to made tracking object systems. At the beginning of the movement processing is to capture an image object by camera. Then the captured image will be interpreted on the computer by the program which is written in Visual C++. The program can detect the interesting object by color detector and know the position where the object moves. After that, the program will command to follow the object through serial port and the PIC 16F628 microcontroller which will interpret the received command to operate driving motor IC to work for each state for controlling DC servo motors to run in correct direction.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือของบุคคลหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ ที่ได้ให้แนวทางและคำแนะนำในการทำงาน ขอบพระคุณพี่อู๋ ที่สนับสนุนด้านการเงินและอุปกรณ์ในการทำโครงงาน ขอบพระคุณพี่ชุง พี่ชิ้งและพี่เอก ที่ให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดมา จนกระทั่งงานสำเร็จลุล่วง ขอขอบพระคุณเพื่อนๆห้อง 9 ที่ให้สถานที่ในการทำงานรวมถึงความช่วยเหลือต่างๆ และที่ขาดไม่ได้คือชุมนุมอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ให้ความสะดวกในการใช้เครื่องมือต่างๆ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากโครงงานนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีอุปการะทุกท่าน

.....
(นายวิทนัน สุวรรณปาล)

.....
(นางสาวศิริพร อินทสุวรรณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงาน	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 หลักการทำงานและการออกแบบฮาร์ดแวร์	2
2.1 กล้อง	3
2.2 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม	4
2.3 พอร์ตอนุกรม(Serial Port)	4
2.3.1 MAX232	5
2.4 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 5 โวลต์	5
2.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 12 โวลต์	6
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์และ IC Drive Motor	6
2.6.1 PIC16F628	7
2.6.2 L298N	16
2.7 ไอซี 7404	21
บทที่ 3 หลักการประมวลผลภาพ	22
3.1 หลักการพื้นฐานทางอิมเมจโปรเซสซิ่ง	22
3.1.1 การประมวลภาพเชิงตัวเลข	22
3.1.2 สัญญาณข้อมูลภาพจากดิจิตอลวิดีโอ	24
บทที่ 4 หลักการทำงานของระบบ	25
4.1 โครงสร้างของระบบติดตามเป้าหมาย	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	**หน้า**
4.2 โครงสร้างของโปรแกรม	25
4.2.1 โปรแกรมการทำงานของ Visual C++	25
4.2.2 โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์	30
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	32
5.1 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรม	32
5.2 การทดลองและผลที่ได้จากการควบคุมมอเตอร์	37
5.3 การทดลองในหัวข้ออื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ	37
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์การทดลอง	38
ภาคผนวก ก	39
บรรณานุกรม	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1Block diagramแสดงหลักการทำงานของระบบติดตามเป้าหมาย 2
รูปที่ 2.2 กล้องวงจรปิด 3
รูปที่ 2.3 คอนเนคเตอร์ DB9 Serial Port 4
รูปที่ 2.4 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 5 โวลต์ 5
รูปที่ 2.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 12 โวลต์ 6
รูปที่ 2.6 ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F628 7
รูปที่ 2.7 L298N 16
รูปที่ 2.8 แสดง Pin Connection ของ L298N 16
รูปที่ 2.9 Block Diagram วงจรภายใน L298N 17
รูปที่ 2.10 แสดงการต่อใช้งาน L298N กับมอเตอร์ชนิด DC 18
รูปที่ 2.11 แสดงการต่อเอาท์พุทเพื่อนำไปควบคุม DC มอเตอร์ทั้งสองลูก 19
รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้อง 20
รูปที่ 2.13 แสดง Pin Connection ของ 7404 21
รูปที่ 2.14 Block Diagram วงจรภายใน 7404 21
รูปที่ 4.1 แผนภาพการทำงานหลักของโปรแกรม Visual C++ 27
รูปที่ 4.2 แผนภาพการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งที่วัตถุเคลื่อนที่ไป 28
รูปที่ 4.3 แผนภาพการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ 30
รูปที่5.1 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ตรงกลางของเฟรม 32
รูปที่ 5.2 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านบนของเฟรม 33
รูปที่ 5.3 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านล่างของเฟรม 34
รูปที่ 5.4 แสดงภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านซ้ายของเฟรม 35
รูปที่ 5.5 แสดงภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านขวาของเฟรม 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของกล้อง 3
ตารางที่ 2.2 คำอธิบายขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม 4
ตารางที่2.3 แสดงขาของ PIC16F628 7
ตารางที่ 2.4 แสดงการทำงานของมอเตอร์ เมื่อให้อินพุทค่าต่างๆ 18
ตารางที่ 2.5 การป้อนอินพุทควบคุมการเคลื่อนที่โดย Motor1 และ Motor2 20
ตารางที่ 5.1 ผลที่ได้จากการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง 37
ตารางที่ 5.2 แสดงผลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

ปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้กล้องวีดีโอในหลาย ๆ ด้าน เนื่องจากการประมวลผลภาพสามารถทำได้สะดวก โดยอาศัยโปรแกรมต่าง ๆ คณะผู้จัดทำ จึงคิดทำโครงงานระบบติดตามวัตถุโดยใช้โปรแกรม VISUAL C++ ในการระบุสีหรือขนาดของวัตถุเป็นจำนวนพิกเซล โครงงานนี้ต้องอาศัยความรู้ในการประมวลผลภาพสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ และความรู้ทางด้าน MICROCONTROLLER PIC และวงจร DRIVE MOTOR สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่

1.2 วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน

1. เพื่อศึกษาการประมวลผลภาพและนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบต่างๆ
2. เพื่อศึกษาการเขียน โปรแกรมและใช้งาน โปรแกรม VISUAL C++
3. เพื่อศึกษาการทำงานของ MICROCONTROLLER PIC
4. เพื่อได้รับความรู้เกี่ยวกับการติดต่อและส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. กล้องสามารถเคลื่อนที่ตามวัตถุได้
2. มอเตอร์สามารถหมุนไปในทิศทางที่ต้องการได้
3. กล้องสามารถทำงานสัมพันธ์กับโปรแกรมVISUAL C++โดย MICROCONTROLLER PIC ได้

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำวิธีการการติดตามวัตถุไปประยุกต์ใช้ในโครงงานด้านอื่นๆได้ เช่น โครงงานหุ่นยนต์เตะบอล
2. สามารถนำโครงงานไปประยุกต์ใช้ในระบบต่างๆได้ เช่น ระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

หลักการทำงานและออกแบบฮาร์ดแวร์

รูปที่ 2.1 Block diagram แสดงหลักการทำงานของระบบติดตามเป้าหมาย

ในรูปที่ 2.1 เป็น Block diagram แสดงหลักการทำงานของระบบติดตามเป้าหมาย โดยเริ่มจากกล้องซึ่งติดตั้งอยู่บนตัวมอเตอร์รับภาพของวัตถุจากนั้นส่งภาพที่ได้ไปยังคอมพิวเตอร์ ซึ่งโปรแกรม VISUAL C++ จะนำภาพที่ได้มาประมวลผลตามอัลกอริทึมของโปรแกรมเพื่อสั่งการให้กล้องเคลื่อนที่ตามวัตถุ โดยส่งคำสั่งผ่านทาง SERIAL PORT ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 ก็จะนำคำสั่งที่ได้มาประมวลผลอีกทีเพื่อทำการส่งค่าลอจิกไปที่อินพุทของไอซีไดรว์มอเตอร์ เพื่อให้ไอซีขับกระแสไปขับเคลื่อนมอเตอร์ให้เป็นไปตามคำสั่งของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 กล้อง

LYD211C

รูปที่ 2.2 กล้องวงจรปิด

กล้องจะติดตั้งอยู่บนตัวมอเตอร์ และรับภาพวัตถุ จากนั้นจะส่งภาพที่ได้ให้แก่คอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลโดยโปรแกรม Visual C++ โดยจะทำงานร่วมกับ card capture ตารางด้านล่างแสดงคุณสมบัติของกล้อง

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของกล้อง

Camera shot	1/3 , and 1/4 picture sensors
System	PAL/CCIR NTSC/EIA
Effective element	1/3PAL:628*582 NTSC:510*492 1/4PAL:352*288 NTSC:320*240
Picture area	1/3PAL:5.78*4.19mm^2 NTSC:4.69*3.45mm^2 1/4PAL:3.2*2.5 mm^2
Definition	≥240 lines
Scanning frequency	PAL/CCIR: 50Hz NTSC/EIA: 60Hz
Minimum luminanation	≥40dB
Signal Noise Ratio	1/50~1/6000
Electronic Shutter Time	DC 8V
Power Supply	≤640 mW

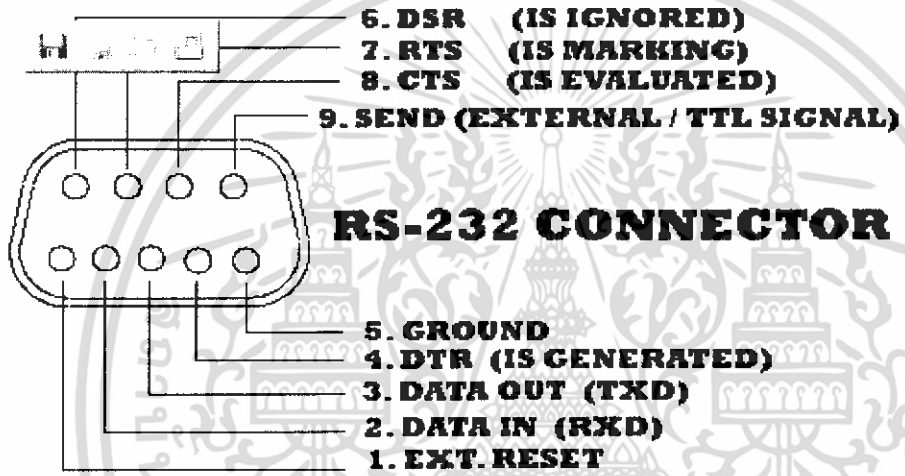
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คอมพิวเตอร์และโปรแกรม

ใช้ในการรับส่งข้อมูลภาพจากกล้อง โดยนำภาพที่ได้มาแสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยโปรแกรม Visual C++ และให้โปรแกรมทำการประมวลผลภาพตามอัลกอริทึมที่เขียนไว้เพื่อควบคุมและสั่งงานให้กล้องตามเป้าหมายผ่านทางพอร์ตอนุกรม

เหตุผลที่เลือกใช้โปรแกรม Visual C++ เนื่องจากมีความเร็วในการใช้งาน นอกจากนี้ยังมีคอนโทรลเสริมของโปรแกรมชื่อว่า VideoOcx ซึ่งช่วยให้ทำการติดต่อรับภาพจากกล้องทำได้สะดวกขึ้น ช่วยลดเวลาในการพัฒนาโปรแกรมลงได้มาก

2.3 พอร์ตอนุกรม(RS-232)



รูปที่ 2.3 คอนเน็คเตอร์ DB9 Serial Port

ตารางที่ 2.2 คำอธิบายขาสัญญาณของพอร์ตอนุกรม

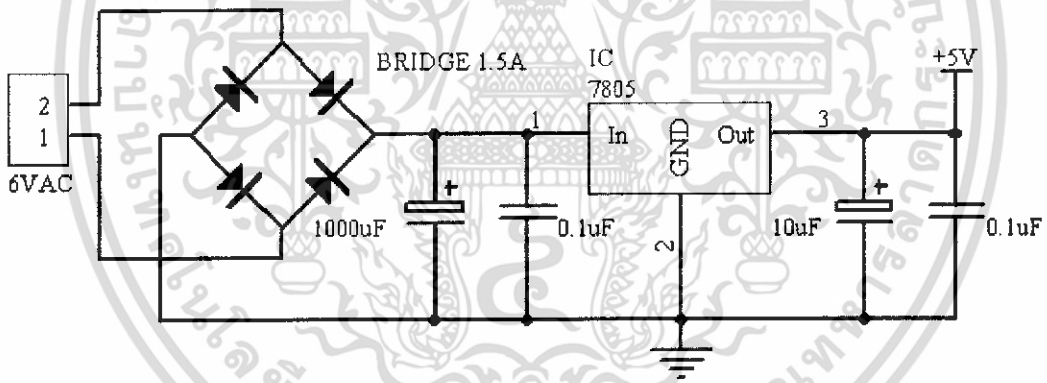
ขาสัญญาณ	คำอธิบาย
1	Carrier Detect
2	Receive Data
3	Transmit Data
4	Data Terminal Ready
5	Signal Ground
6	Data Set Ready
7	Request To Send
8	Clear To Send
9	Ring Indicator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 MAX232

ภายในไอซี MAX 232 จะมีชุดในการรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมอยู่ทั้งหมด 2 ชุด แต่ละชุดมี 2 ทิศทาง คือการรับและส่ง ใช้ไอซีตัวนี้เพื่อเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรมระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมส่วนเอาท์พุท เพราะเป็นการแปลงสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้ได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพราะแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากคอมพิวเตอร์อยู่ที่ระดับสัญญาณ -15 โวลต์ ถึง 15 โวลต์ แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์จะอยู่ที่ระดับ 0 ถึง 5 โวลต์ ซึ่งการนำไปใช้งานเราจะต่อขา Tin ของไอซี เข้ากับขา Tx ของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ Tout ของไอซี เข้ากับขา Rx ของคอมพิวเตอร์ ส่วนอีกชุดต่อขา Rin ของไอซีเข้ากับขา Rx ของไมโครคอนโทรลเลอร์และ Rout ของไอซีเข้ากับขา Rxของคอมพิวเตอร์ และต่อตัวเก็บประจุที่ตำแหน่งต่างๆตาม Data sheet

2.4 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 5 โวลท์

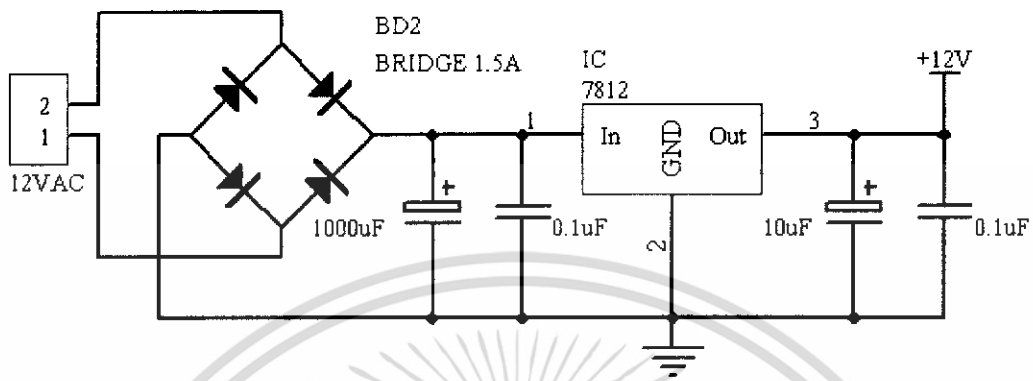


รูปที่ 2.4 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 5 โวลท์

ส่วนของวงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 5 โวลต์ จะมีวงจรเร็คติไฟต์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นไฟตรง จาก 6 โวลต์เอซี ให้มีค่า 6 โวลต์ดีซี แล้วผ่านวงจรเร็คกูเลเตอร์ให้ไฟตรง 6 โวลต์ลดลงอยู่ที่ระดับ 5 โวลต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์ และ วงจร encoder ของมอเตอร์ นอกจากนี้ยังต่อเอาท์พุทของส่วนนี้ ไปเชื่อมต่อกับขา Input Enable ของไอซีไดรว์มอเตอร์ L298N ให้ทำงานในโหมด High เพื่อควบคุมสถานะการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 12 โวลท์



รูปที่ 2.5 วงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 12 โวลต์

ส่วนของวงจรควบคุมแรงดันไฟตรงคงที่ 12 โวลต์ จะมีวงจรเร็คติไฟร์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับให้เป็นไฟตรง จาก 12 โวลต์เอซี ให้มีค่า 12 โวลต์ดีซี แล้วผ่านวงจรเร็คกูเลเตอร์ ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่มอเตอร์

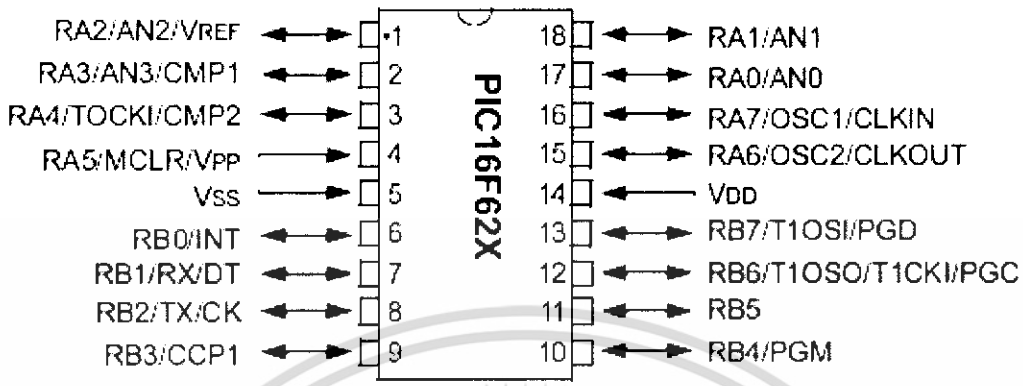
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซีไดรว์มอเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์คือ ไอซีหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ประเภทหนึ่งที่สามารถรับสัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอก เพื่อนำมาคำนวณ ตัดสินใจ และส่งสัญญาณออกไปยังอุปกรณ์ภายนอก เพื่อสั่งให้ทำงานตามโปรแกรมและข้อมูลที่รับเข้ามา มีคุณสมบัติความเป็น Single Chip คือสามารถทำงานได้โดยตัวเอง ไม่ต้องต่อวงจรเพิ่มหรือต่อเพิ่มน้อยที่สุด ประโยชน์ที่ได้รับก็คือการออกแบบวงจรทำได้ง่ายขึ้น ใช้อุปกรณ์ประกอบวงจรน้อยกว่าเดิม พื้นที่วงจรรวมมีขนาดเล็กลงเป็นอย่างมาก กินไฟเลี้ยงวงจรน้อยลงทำให้ต้นทุนการผลิตและต้นทุนการทำงานลดต่ำลง นอกจากนี้การบันทึกโปรแกรมที่เขียนลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็ว โดยเลือกรุ่นที่มีแฟลชเมโมรีในตัวที่สามารถเขียนโปรแกรมลงไปได้ ทำให้ไม่ต้องต่ออีพรอมเพื่อเก็บโปรแกรม

ในโครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F628 มีขาทั้งหมด 18 ขา สามารถทำงานได้ที่ความถี่สัญญาณนาฬิกาถึง 20 MHz รายละเอียดและคุณสมบัติต่างๆมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F628



รูปที่ 2.6 ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC16F628

ตารางที่2.3 แสดงขาของ PIC16F628

RA0-7 : Input/Output port A	Vpp : Programming voltage input
RB0-7 : Input/Output port B	T0CKI : Clock input to Timer0
AN0-3 : Analog input port	T1OSO : Timer1 oscillator output
RX : USART Asynchronous Receive	T1OSI :Timer1 oscillator input
TX : USART Asynchronous Transmit	PGD : Serial programming data
DT : Synchronous Data	PGC : Serial programming clock
CK : Synchronous Clock	PGM : Low voltage programing input
CCP1 : Capture In/Compare Out/PWM Out	INT : External interrupt
OSC1/CLKIN: Oscillator In/External Clock In	VDD : Positive supply for logic and I/O pins
OSC2/CLKOUT : Oscillator Out/Clock Out	Vss : Ground reference for logic and I/O pins
MCLR : Master Clear (Active low Reset)	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล PIC เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่มีสถาปัตยกรรมแบบฮาร์วาร์ด คือมีการจัดแยกหน่วยความจำข้อมูลออกจากกัน มีบัสสำหรับติดต่อแยกกัน

นอกจากการจัดสถาปัตยกรรมแบบนี้แล้ว การกระทำคำสั่งทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ PIC ยังใช้กระบวนการที่เรียกว่า ไปป์ไลน์ (pipeline) ทำให้สามารถเฟตช์คำสั่งถัดไป ในขณะที่กำลังเอ็กซิคิวต์คำสั่งในปัจจุบัน ส่งผลให้ความเร็วในการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์เพิ่มมากขึ้น นั่นจึงเป็นที่มาของความสามารถในการกระทำคำสั่ง 1 คำสั่งภายในสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก (กระบวนการเฟตช์ เป็นกระบวนการเรียกคำสั่งออกจากหน่วยความจำโปรแกรมแล้วทำการแปลคำสั่งนั้นให้เป็นเลขฐานสิบหกเพื่อให้ซีพียูเข้าใจ ส่วนกระบวนการเอ็กซิคิวต์ เป็นการกระทำคำสั่งให้เกิดผลลัพธ์ตามที่คำสั่งนั้นๆกำหนด)

2.6.1.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628

มีส่วนประกอบหลักเหมือนกับไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F684 แต่จะมีส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามามากพอควร ได้แก่ วงจรบราวเอาต์รีเซต (brown-out reset) สำหรับสร้างสัญญาณรีเซตซีพียูเมื่อไฟเลี้ยงลดต่ำลงเกินกว่าที่กำหนด ,วงจร โปรแกรมข้อมูลแรงดันต่ำ (low-voltage programming) ,ไทเมอร์ที่มีมากถึง 3 ตัว , โมดูลแรงดันเปรียบเทียบ (reference voltage module) ,โมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก 2 ชุด(analog comparator) , วงจรสื่อสารอนุกรม (USART) และโมดูลตรวจจับสัญญาณ-เปรียบเทียบข้อมูล-วงจรสร้างสัญญาณมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์หรือ PWM

นอกจากนั้นขนาดของหน่วยความจำทั้งส่วนโปรแกรม , ข้อมูล , รีจิสเตอร์ และหน่วยความจำ อีอีพรอมในไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F628 ก็มีเพิ่มมากขึ้น โดยสามารถสรุปคุณสมบัติทางเทคนิคได้ดังนี้

- ซีพียูเป็นแบบ RISC (Reduce Instrution-Set Computer) มีคำสั่งใช้งานเพียง 35 คำสั่ง
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา ตั้งแต่ไฟตรงถึง 20 MHz (สูงสุด)
- ขนาดหน่วยความจำโปรแกรม 2 กิโลเวิร์ด สำหรับ PIC 16F628
- หน่วยความจำแรมข้อมูล 224 ไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลอีอีพรอม 128 ไบต์
- ตอบสนองแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ 10 แหล่ง
- มีสแต็ก 8 ระดับ
- มีวงจรเพาเวอร์ออนรีเซต (POR) , เพาเวอร์อัปไทเมอร์ (PWRT) และออสซิลเลเตอร์สตาร์ตอัปไทเมอร์ (OST)
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ (WDT) ที่มีวงจรออสซิลเลเตอร์ในตัว ทำให้มีความน่าเชื่อถือในการทำงานสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เลือกป้องกันข้อมูลทั้งในหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูล และเลือกระดับการป้องกันได้
- เลือกใช้วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ 6 โหมดหลัก
    1. โหมด EC ใช้สัญญาณนาฬิกาจากภายนอก
    2. โหมด ER ใช้ตัวต้านทานภายนอก
    3. โหมด INTRC ใช้วงจร RC ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ มี 2 ความถี่ให้เลือก
    4. โหมด LP ใช้คริสตอลพลังงานต่ำ ความถี่สูงสุดไม่เกิน 200 kHz
    5. โหมด XT ใช้คริสตอล ความถี่ตั้งแต่ 100 kHz สูงสุดไม่เกิน 4 MHz
    6. โหมด HS ใช้คริสตอลความถี่สูง สูงสุดไม่เกิน 20 MHz
- สามารถโปรแกรมโดยใช้แรงดัน +5V ได้
- สามารถโปรแกรมในวงจรได้
- ไฟเลี้ยง +3 ถึง +5.5V
- กระแสซิงก์และซอร์สของพอร์ต 25mA
- ขาพอร์ตปกติ 15 บิต สูงสุด 16 บิต เมื่อทำงานในโหมด INTRC และกำหนดให้ MCLR เป็นพอร์ตอินพุต
- ไทเมอร์ 3 ตัว
- มีโมดูล CCP (Capture/Compare/PWM) 1 ชุด
- มีโมดูลเปรียบเทียบแรงดันอนาลอก 2 ชุด
- มีโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง
- มีโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART
- มีวงจรตรวจจับระดับแรงดันไฟเลี้ยงหรือบราวเอาต์ดีเท็กชั่น (Brown-out detection) เพื่อสร้างสัญญาณรีเซตซีพียูหรือเรียกว่า บราวเอาต์รีเซต (Brown-out reset : BOR)
- การใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีไม่ขับโหลด

    น้อยกว่า 2mA ที่ +5V และสัญญาณนาฬิกา 4MHz , 15uA ที่ +3V และสัญญาณนาฬิกา 32kHz

    น้อยกว่า 1uA ในโหมดประหยัดพลังงานหรือสแตนด์บายที่ไฟเลี้ยง +3V

PIC16F628 มีพอร์ตใช้งาน 2 พอร์ต คือพอร์ต A และ B มีความสามารถในการจ่ายกระแสเอาท์พุตของขาพอร์ตที่ไฟเลี้ยง +5V คือ 25mA ต่อขาทั้งกระแสซิงก์และกระแสซอร์ส ในขณะที่กระแสเอาท์พุตรวมของแต่ละพอร์ตมีค่าสูงสุด 200mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1.2 พอร์ต A

มีทั้งสิ้น 8 ช่องหรือ 8 บิต กำหนดชื่อขาเป็น RA0-RA7 โดยปกติจะใช้งานได้ทันที 5 บิตคือ RA0-RA4 ส่วน RA5-RA7 ต้องมีการกำหนดเป็นพิเศษที่ configuration ของไมโครคอนโทรลเลอร์ รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORT A มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x05 (แบงก์ 0) เป็น รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ส่วนการกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์TRISAซึ่งมี
แอดเดรสอยู่ที่ 0x85 (แบงก์ 1)มีขนาด 8 บิต บิต 0 ของ TRISA ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RA0 ไล่เรียงลำดับจนถึงบิต 7 ของ TRISA ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RA7 หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้นและในทางตรงกันข้ามหากต้องการกำหนดให้เป็นขาเอาท์พุต ให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้น อย่างไรก็ตามเฉพาะ RA5 สามารถใช้งานเป็นอินพุตได้เพียงอย่างเดียว

ก. โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

พอร์ต A สามารถทำงานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ เป็นขาอินพุตสัญญาณอนาลอกสำหรับวงจรเปรียบเทียบแรงดันอนาลอก และเอาท์พุตของโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง
RA0/AN0 และ RA1/AN1

ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาท์พุตดิจิตอลและอินพุตอะนาลอกสำหรับวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกช่อง 0 และ 1 ตามลำดับ ที่ขาพอร์ตมีแอนด์เกตทำหน้าที่เลือกการทำงานของขาพอร์ตเมื่อเป็นขาอินพุต
RA2/AN2/Vref

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่ คือเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตดิจิตอลสามารถรับสัญญาณดิจิตอลระดับทีทีแอลได้โดยตรง หากทำงานเอาต์พุตก็จะสามารถขับโหลดที่ต้องการกระแสประมาณ 25mA ได้ หน้าที่ที่สองคือเป็นขาอินพุตอะนาลอกสำหรับวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก และสุดท้ายสามารถทำงานเป็นขาเอาท์พุตของโมดูลสร้างแรงดันอ้างอิง

การเลือกโหมดทำงานของขาพอร์ตนี้เหมือนกับ RA0 และ RA1 คือมีแอนด์เกตทำหน้าที่เลือกการทำงานของขาพอร์ต
เมื่อขา RA2 ทำงานเป็นขาเอาท์พุตของแรงดันอ้างอิง ที่ขานี้จะมีอิมพีแดนซ์สูงมาก ดังนั้นจึงต้องกำหนดข้อมูลของบิต 2 ในรีจิสเตอร์ TRISA ให้เป็นอินพุต ทั้งนี้เพื่อทำให้ขาพอร์ตนี้เกิดสภาวะอิมพีแดนซ์สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RA3/AN3/CMP1

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตดิจิตอล(RA3) ขาอินพุตสัญญาณอะนาลอกสำหรับวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกและขาเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก พอร์ต RA3 จะคล้ายกับ RA2 มาก เพียงมีวงจรควบคุมสัญญาณเอาท์พุตจากวงจรเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอกเพิ่มเติมเข้ามา

RA4/TOCKI/CMP2

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตปกติ (RA4)ขาอินพุตรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกของโมดูลไทเมอร์ 0 (TOCKI) และขาเอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบแรงดันอนาลอก

วงจรอินพุตบัฟเฟอร์ที่ขาพอร์ตนี้เป็นแบบชมิตต์ทริกเกอร์ ทั้งนี้เพื่อจัดการให้สัญญาณอินพุตที่เข้ามามีความสมบูรณ์มากที่สุด และจะต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปค่าประมาณ 4.7k-10k ที่ขานี้เสมอเมื่อใช้งานเป็นอินพุต

ในกรณีที่ใช้งานเป็นพอร์ตเอาท์พุต วงจรเอาท์พุตจะเป็นแบบเดรนเปิด (open drain) ในการใช้งานจึงต่อตัวต้านทานอนุกรมกับโหลดและไฟเลี้ยงของโหลดไม่ว่าจะเป็นในโหมดดิจิตอลหรืออะนาลอก

RA5/MCLR/THV

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตอินพุตดิจิตอล(RA5-เป็นขาอินพุตได้เท่านั้น) ขารีเซตหลัก (MCLR) และขาอินพุตรับแรงดันสูงสำหรับการโปรแกรม (THV) โดยถ้าทำงานในโหมดปกติขา RA5 นี้จะรับแรงดันสูงสุดในระดับทีทีแอล (+5V) เท่านั้น แต่เมื่อเข้าสู่โหมดโปรแกรมขาพอร์ตนี้จะสามารถรับพัลส์แรงดันสำหรับโปรแกรมได้สูงสุด +14V โดยเมื่อเข้าสู่โหมดโปรแกรมวงจรตรวจจับแรงดันสูงจะทำงานเพื่อกำหนดให้การโปรแกรมเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์

ในโหมดทำงานปกติขาพอร์ต RA5 นี้สามารถเป็นได้ทั้งขาพอร์ตอินพุตและขารีเซตหลักจึงต้องมีการกำหนดที่ configuration ด้วย หากเลือกให้ขานี้เป็นขา MCLR จะมีการส่งสัญญาณ MCLRE มาเพื่อกำหนดการทำงาน

RA6/OSC2/CLKOUT

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตดิจิตอล (RA6) ขาเอาท์พุตของคริสตอลออสซิลเลเตอร์เมื่อเลือกโหมดสัญญาณนาฬิกาแบบ LP,XT และ HS โดยขานี้จะต่อกับคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ที่ใช้กำเนิดความถี่ สุดท้ายทำหน้าที่เป็นขาเอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณนาฬิกา (CLKOUT) ที่มีความถี่เป็น ? ของค่าความถี่ที่ป้อนเข้ามายังขา OSC1 เมื่อทำงานในโหมดสัญญาณนาฬิกาแบบ ER

RA7/OSC1/CLKIN

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาท์พุตดิจิตอล (RA7) ขาอินพุตของคริสตอลออสซิลเลเตอร์เมื่อเลือกโหมดสัญญาณนาฬิกาแบบ LP,XT และ HS โดยขานี้จะต่อกับคริสตอลหรือเซรามิกเรโซเนเตอร์ที่ใช้กำเนิดความถี่ สุดท้ายทำแบบ ERหน้าที่เป็นขาอินพุตสัญญาณนาฬิกา (CLKIN) เมื่อทำงานในโหมดสัญญาณนาฬิกา

ข. การติดต่อเพื่อกำหนดการทำงานและเขียนข้อมูลไปยังพอร์ต A

เลือกแบงก์สำหรับติดต่อกับรีจิสเตอร์ PORT A จากนั้นส่งข้อมูล "0" เพื่อเคลียร์ข้อมูลทั้งหมด ค่าเริ่มต้นของพอร์ต A ที่ทำงานกับสัญญาณอนาลอกจะถูกกำหนดให้เป็นอินพุตอนาลอกทั้งหมด ดังนั้นหากต้องการใช้งานเป็นพอร์ตดิจิตอลต้องทำการกำหนดข้อมูล 0x07 แล้วเขียนลงในรีจิสเตอร์ CMCON เพื่อดิสเอเบิลการทำงานกับสัญญาณอนาลอก

จากนั้นจึงเลือกแบงก์ใหม่เพื่อติดต่อกับรีจิสเตอร์ TRISA แล้วเขียนข้อมูลเพื่อกำหนดทิศทางของขาพอร์ตตามที่ต้องการลงในรีจิสเตอร์ TRISA

2.6.1.3 พอร์ต B

มี 8 บิต กำหนดชื่อขาเป็น RB0-RB7 รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือ PORT B มีแอดเดรสอยู่ที่ 0x06 (แบงก์ 0) และ 0x106 (แบงก์ 2) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต ส่วนการกกำหนดทิศทางของพอร์ตนี้กระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISB ซึ่งมีแอดเดรสอยู่ที่ 0x86 (แบงก์ 1) และ 0x186 (แบงก์ 3) มีขนาด 8 บิต เช่นเดียวกับพอร์ต A บิต 0 ของ TRISB ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RB0 ไล่เรียงลำดับจนถึงบิต 7 ของ TRISB ใช้กำหนดทิศทางของขาพอร์ต RB7หากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตในบิตใดเป็นอินพุตต้องเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และในทางตรงกันข้ามหากต้องการให้เป็นขาเอาท์พุต ต้องเขียนข้อมูล "0" ไปยังบิตนั้น นอกจากนั้นพอร์ต B ยังมีความสามารถพิเศษอื่นรวมอยู่ด้วย ดังนี้

RB0/INT เป็นขาพอร์ต B บิต 0 และอินพุตสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก

RB1/RxD/DT เป็นขาพอร์ต B บิต 1, อินพุตรับข้อมูลของโมดูลสื่อสารอนุกรม USART และขารับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส

RB2/TxD/CK เป็นขาพอร์ต B บิต 2, เอาต์พุตส่งข้อมูลของโมดูลสื่อสารอนุกรม USART และขาสัญญาณนาฬิกาในการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส

RB3/CCP1 เป็นขาพอร์ต B บิต 3 และขาอินพุตเอาต์พุตของโมดูลตรวจจับสัญญาณ-เปรียบเทียบข้อมูล-วงจรมอดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ (PWM) หรือ CCP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RB4/PGM เป็นขาพอร์ต B บิต 4 และขาอินพุตรับแรงดัน + 5V สำหรับการโปรแกรมแบบแรงดันต่ำ (LVP : Low voltage programming)

RB5 เป็นขาพอร์ต B บิต 5

RB6/T1OSO/T1CKI/PGC เป็นขาพอร์ต B บิต 6, ขาเอาต์พุตสัญญาณออสซิลเตอร์ของไทเมอร์ 1, ขาอินพุตรับสัญญาณนาฬิกาของไทเมอร์ 1 และขารับสัญญาณนาฬิกาสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำในโหมดโปรแกรม

RB7/T1OSI/PGD เป็นขาพรอ์ต B บิต 7, ขาอินพุตสัญญาณออสซิลเตอร์ของไทเมอร์ 1 และขารับ-ส่งข้อมูลสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำในโหมดโปรแกรม
นอกจากนั้นที่ขา RB4-RB7 สามารถกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกที่ขาพอร์ตทั้งสี่ด้วย

ก. โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

เนื่องจากพอร์ต B สามารถใช้งานได้หลายหน้าที่ สามารถกำหนดให้มีการพูลอัปกระแสต่ำประมาณ 200 uA ช่วยให้สามารถใช้งานพอร์ต B เป็นอินพุตที่ต่อกับสวิตช์ได้ทันที โดยไม่ต้องต่อตัวต้านทานพูลอัปภายนอก โดยการกำหนดนี้ทำได้โดยเคลียร์บิต RBPU ซึ่งเป็นบิต 7 ของรีจีสเตอร์ OPTON อย่างไรก็ตาม หากกำหนดให้ขาพอร์ต B เป็นเอาต์พุต การพูลอัปที่ขาพอร์ต B นี่จะถูกยกเลิกโดยอัตโนมัติ นอกจากนั้นการพูลอัปนี้จะได้รับการยกเลิกเมื่อเกิดพาเวอร์ออนรีเซตขึ้น

ในกรณีที่เอ็นเอเบิลการตอบสนองอินเตอร์รัปต์แบบตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงลอจิกที่พอร์ต RB4-RB7 เมื่อเกิดอินเตอร์รัปต์ขึ้น บิต RBIF ในรีจิสเตอร์ INTCON บิต 0 จะเซต หลังจากตอบสนองการอินเตอร์รัปต์แล้ว ต้องเคลียร์บิต RBIF ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์เสมอ
โครงสร้างและการทำงานโดยสรุปของขาพอร์ตแต่ละขาดังนี้

RB0/INT

หากบิต RBPU เป็นลอจิก "0" จะเป็นการเอ็นเอเบิลการพูลอัปภายในที่ขาพอร์ตนี้ ทำให้ช่วยลดอุปกรณ์ในการต่อพูลอัปภายนอกเมื่อกำหนดให้ขานี้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุต หากมีการกำหนดให้ขานี้เป็นอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์ สัญญาณจะส่งผ่านมายังวงจรบัฟเฟอร์ชมิตต์ทริกเกอร์เข้าสู่ส่วนตรวจจับสัญญาณอินเตอร์รัปต์

RB1/RxD/DT

พอร์ตนี้สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตปกติ (RB1) ขารับข้อมูลสำหรับโมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART (RxD) และขารับ-ส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส (DT) สัญญาณที่ใช้ควบคุมการทำงานของขาพอร์ตนี้มี2เส้นคือ PORT/PERIPHERAL Select และ Peripheral OE โดยสาย PORT/PERIPHERAL Select ใช้เลือกระหว่างการทำงานเป็นขาข้อมูลของพอร์ตตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และขาเอาท์พุตของวงจรเพอริเฟอรัล ซึ่งในที่นี้คือ การทำหน้าที่เป็นขาส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส (DT) ส่วนสาย Peripheral OE เป็นสัญญาณควบคุมการปรากฏขึ้นของข้อมูลที่ขาพอร์ตซึ่งจะทำงานก็ต่อเมื่อเลือกให้ขาพอร์ตทำงานกับวงจรเพอริเฟอรัล

RB2/TxD/CK

สามารถทำงานได้ 3 หน้าที่คือ เป็นขาพอร์ตปกติ (RB2) ขาส่งข้อมูลอนุกรมของโมดูล USART(TxD) และขาสัญญาณนาฬิกาของการรับส่งข้อมูลอนุกรมแบบซิงโครนัส (CK) การกำหนดหน้าที่ของขาพอร์ตนี้กระทำผ่านสัญญาณควบคุม 2 เส้น เช่นเดียวกับขาพอร์ต RB1 คือ PORT/PERIPHERAL และ Peripheral OE

เมื่อกำหนดให้ทำงานในโหมดสื่อสารอนุกรม USART ขา RB1 และ RB2 จะทำงานร่วมกันโดย RB1 ทำหน้าที่รับข้อมูล ส่วน RB2 ทำหน้าที่ส่งข้อมูล และควรต่อกับไอซีเพื่อขับสัญญาณออก พอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-232

RB3/CCP1

สามารถเลือกทำงานได้ 2 หน้าที่คือ ขาพอร์ตปกติ (RB3) และขาอินพุทเอาท์พุตของโมดูล CCP (CCP1) การควบคุมหน้าที่ของขาพอร์ตใช้สัญญาณ PORT/PERIPHERAL Select ซึ่งกำหนดโดยบิต 0-3 ของรีจิสเตอร์ CCP1CON เนื่องจากโมดูล CCP สามารถทำงานได้อีก 3 หน้าที่คือ อินพุตตรวจจับสัญญาณ (capture) เอาท์พุตวงจรเปรียบเทียบสัญญาณดิจิตอล (compare) และเอาท์พุตสัญญาณมอดดูเลชั่นทางความกว้างของพัลส์ หรือ PWM โดยสัญญาณเอาท์พุตทั้งหมดจะผ่านวงจรมัลติเพล็กซ์ก่อนออกไปทางขาพอร์ตในขณะที่สัญญาณอินพุตจะถูกส่งเข้ามาผ่านวงจรบัฟเฟอร์แบบทีทีแอลเมื่อทำในโหมดพอร์ตดิจิตอลปกติ และผ่านเข้าวงจรบัฟเฟอร์ชมิตต์ทริกเกอร์เมื่อทำวานเป็นอินพุตของวงจรตรวจจับสัญญาณของโมดูล CC

RB4/PGM

สามารถกำหนดให้ทำงานได้ 2 หน้าที่ คือ เป็นพอร์ตปกติ (RB4) และเป็นขาอินพุตรับแรงดันต่ำสำหรับโปรแกรม (PGM) การเลือกหน้าที่ของขาสัญญาณนี้จะใช้สัญญาณ LVP ซึ่งกำหนดจากข้อมูล configuration ของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อทำการเอ็นเอเบิลความสามารถนี้การอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกของขาพอร์ต B และการพูลอัปภายในที่ขาพอร์ต B จะได้รับการดิสเอเบิลอัตโนมัติทันที

อย่างไรก็ตาม ค่าเริ่มต้นของขาพอร์ตนี้ในกรณีเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวใหม่ ทางผู้ผลิตจะเอ็นเอเบิลความสามารถของขาพอร์ตนี้เป็นขาอินพุตรับแรงดันต่ำสำหรับโปรแกรมไว้ ดังนั้นหากต้องการเลือกขาพอร์ตนี้ให้ทำงานเป็นขาพอร์ตปกติต้องเลือกดิสเอเบิลความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LVP ที่ configuration ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในขณะโปรแกรมหรือกำหนดที่ตอนต้นของโปรแกมที่ทำการรเขียนก็ได้

เมื่อความสามารถ LVP ได้รับการเอ็นเอเบิล ขาพอร์ตนี้จะรอรับแรงดัน +5V แล้วส่งผ่านไปยังสายสัญญาณ PGM input เพื่อส่งเข้าไปยังส่วนจัดการโปรแกรมด้วนแรงดันต่ำต่อไป ในขณะที่สัญญาณนาฬิกาและข้อมูลสำหรับการโปรแกรมจะส่งผ่านทางขวา RB6 และ RB7 เหมือนกับการโปรแกรมด้วยแรงดันสูงปกติ แต่ถ้าไม่ไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ในโหมดการทำงานปกติ และสามารถ LVP ได้รับการเอ็นเอเบิลไว้ ที่ขาพอร์ต RB4 นี้จะสภาวะลอยตัว มีค่าความต้านทานสูงมาก ใช้เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตไม่ได้ หรืออาจกล่าวได้ว่า หากต้องการใช้ความสามารถ LVP ต้องสงวนการใช้งานขาพอร์ต RB4 นี้ไว้

RB5

เป็นขาพอร์ตเดียวของพอร์ต B ที่ทำงานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตเพียงหน้าที่เดียว บรรจุความสามารถพื้นฐานของพอร์ต B ไว้ครบถ้วน เช่น การกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงลอจิก หรือการเลือกพูลอัปอัตโนมัติ การกำหนดทิศทางกระทำผ่านรีจิสเตอร์ TRISB

RB6/T1OSO/T1CKI/PGC

สามารถทำงานได้มากถึง 4 หน้าที่ คือ เป็นขาพอร์ตปกติ (RB6), ขาเอาต์พุตสัญญาณออสซิสเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 (T1OSO), ขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาสำหรับไทเมอร์ 1 (T1CKI), และขาสัญญาณสำหรับการโปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ (PGC) การเลือกให้ขาพอร์ตนี้ทำงานกับไทเมอร์ 1 สามารถกำหนดได้ที่ T1OSCEN ในไทเมอร์ 1 ส่วนรายละเอียดในการทำงานจะอธิบายในหัวข้อไทเมอร์ 1 ต่อไป และถ้าหากกำหนดให้ทำงานในโหมดโปรแกรม การอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกของขาพอร์ต B และการพูลอัปภายในที่ขาพอร์ต B จะได้รับการดิสเอเบิลอัตโนมัติทันที

RB7/T1OSI/PGD

สามารถกำหนดให้ทำงานได้ 3 หน้าที่ คือ เป็นขาพอร์ตปกติ (RB7), ขาอินพุตสัญญาณออสซิสเลเตอร์ของไทเมอร์ 1 (T1OSI) และขารับส่งข้อมูลสำหรับการโปรแกรม (PGD)

เช่นเดียวกับขอ RB6 การเลือกให้ขาพอร์ต RB7 ทำงานกับไทเมอร์ 1 กระทำได้โดยการกำหนดที่ T1OSCEN ส่วนรายละเอียดในการทำงานจะอธิบายในหัวข้อไทเมอร์ 1 ต่อไป และถ้าหากกำหนดให้ทำงานในโหมดโปรแกรม การอินเตอร์รัปต์อันเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลอจิกของขาพอร์ต B และการพูลอัปภายในที่ขาพอร์ต B จะได้รับการดิสเอเบิลอัตโนมัติทันที

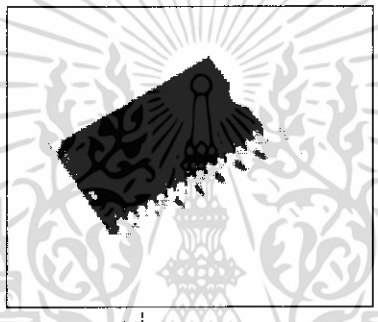
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การติดต่อเพื่อกำหนดการทำงานและเขียนข้อมูลไปยังพอร์ต B

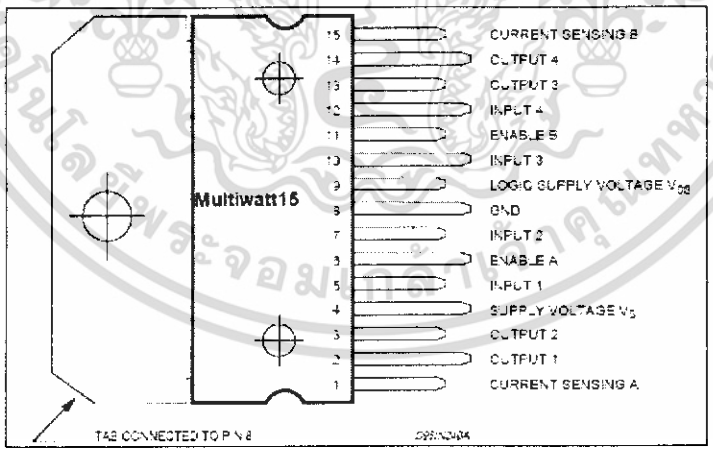
เหมือนกับพอร์ต A โดยเริ่มต้นเคลียร์ข้อมูลในรีจิสเตอร์ POTR B จากนั้นกำหนดทิศทางของในรีจิสเตอร์ TRISB ในโหมดของพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบดิจิตอล ถ้าหากไม่ได้กำหนดให้พอร์ต B ทั้งหมดเป็นพอร์ตอินพุต การเอ็นเอเบิลวงจรพูลอัปภายในก็ไม่จำเป็นต้องกระทำ ให้ทำการต่อตัวต้านทานพูลอัปที่ขาพอร์ต ซึ่งกำหนดให้เป็นอินพุตแยกกันไป

2.6.2 ไอซีไดรว์มอเตอร์ L298N

เนื่องจาก ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F628 ไม่สามารถจ่ายกระแสให้มอเตอร์หมุนโดยตรงได้ ดังนั้นจึงต้องใช้ ไอซีไดรว์มอเตอร์ L298N ช่วยในการจ่ายกระแสให้กับมอเตอร์



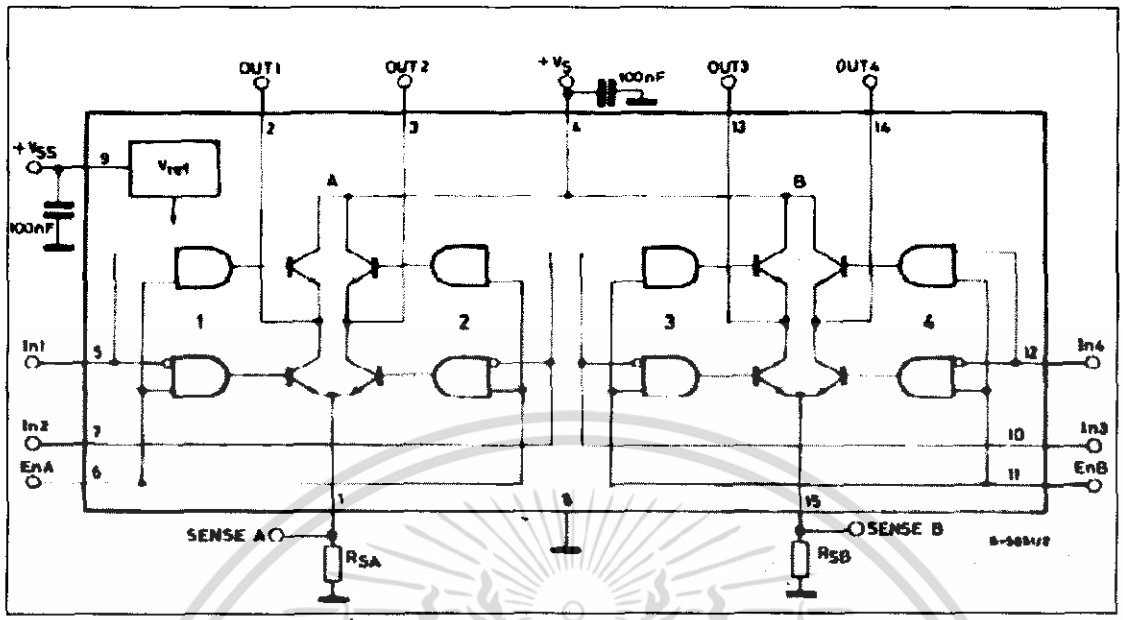
รูปที่ 2.7 L298N



รูปที่ 2.8 แสดง Pin Connection ของ L298N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.9 Block Diagram วงจรภายใน L298N

<u>คุณสมบัติของ L298N</u>

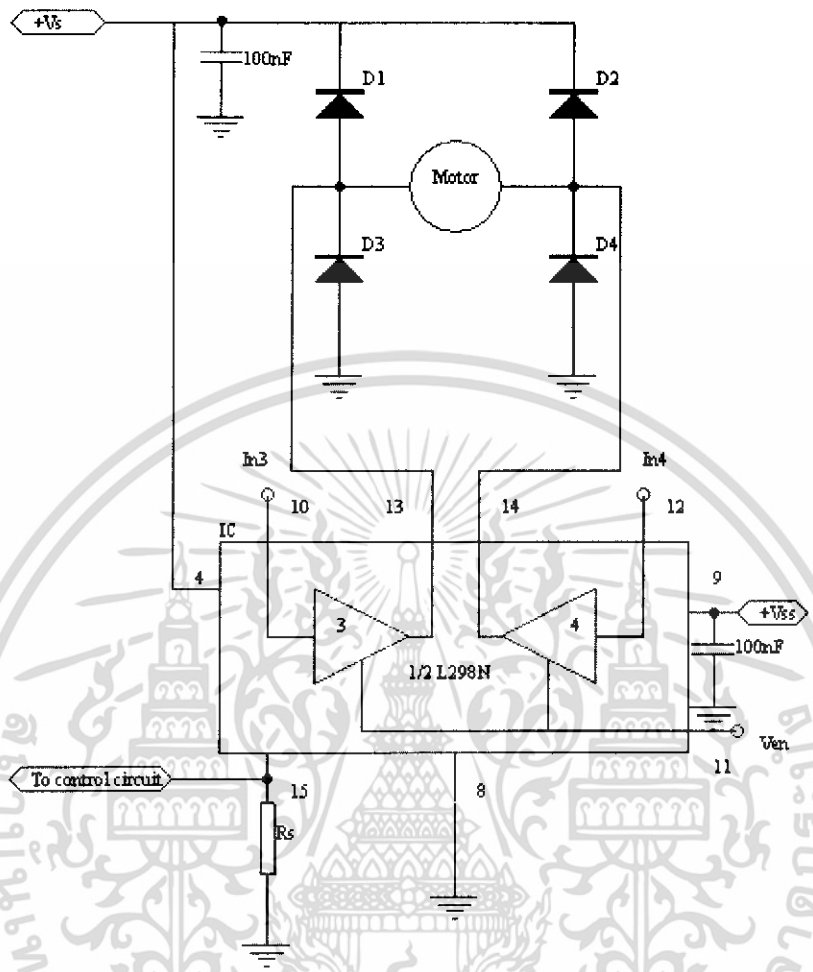
- สามารถทำงานได้ที่ระดับแรงดันสูงถึง 46 โวลต์
- จ่ายกระแสได้สูงสุด 4 A
- แรงดันเมื่ออยู่ในสภาวะอิ่มตัวต่ำ
- ลอจิก "0" ของแรงดันอินพุทมีค่าได้สูงถึง 1.5 โวลต์

จาก Block Diagram จะเห็นได้ว่า L298N มี 4 อินพุท และ 4 เอาท์พุท มี 2 Supply แยกจากกันคือ Vs(Supply Voltage)มีค่าได้สูงสุด 46 โวลต์ และ Vss (Logic Supply Voltage)มีค่าได้สูงสุด 7 โวลต์ มีขา Enable 2 ขา เป็นตัวควบคุมการทำงานของแต่ละอินพุท ที่ขา 1 และขา 15 ของไอซี ต่อกับตัวต้านทานเพื่อช่วยควบคุมกระแสที่จะจ่ายไปยังโหลด ซึ่งVsens มีค่าได้ตั้งแต่ -1 ถึง 2.3 โวลต์

73186

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แสดงการต่อใช้งานของไอซี</u>



รูปที่ 2.10 แสดงการต่อใช้งาน L298N กับมอเตอร์ชนิด DC

จากรูปที่ 2.10 เป็นการต่อใช้งานของ L298N กับมอเตอร์ชนิด DC โดยให้อินพุทแก่ In3 และ In 4 และต่อ เอาท์พุทจากขา 13 และ 14 เข้ากับแต่ละขั้วของ DC มอเตอร์ ดังรูป การทำงานของ L298N จะเป็นดังตารางด้านล่างนี้

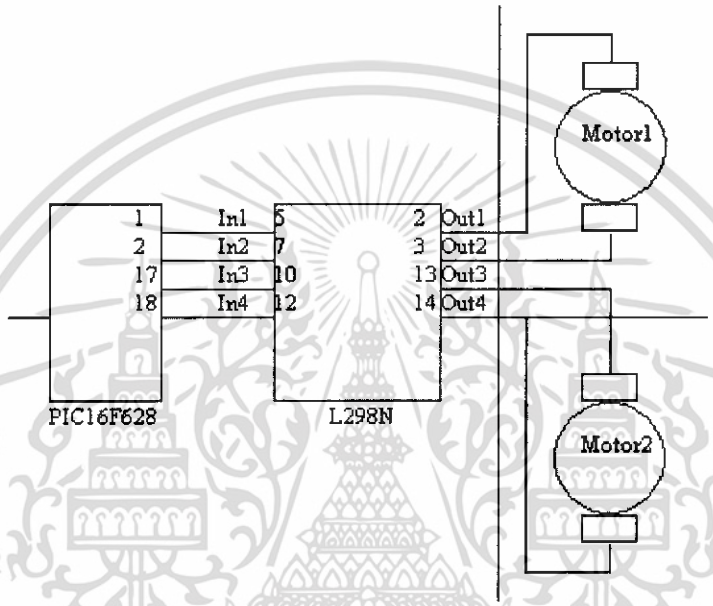
ตารางที่ 2.4 แสดงการทำงานของมอเตอร์ เมื่อให้อินพุทค่าต่างๆ

Inputs		**Function**
Ven = H	In3 = H ; In4 = L	Forward
	In3 = L ; In4 = H	Reverse
	In3 = In4	Fast Motor Stop
Ven = L	In3 = X ; In4 = X	Free Running Motor Stop

L = Low H = High X = Don't care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

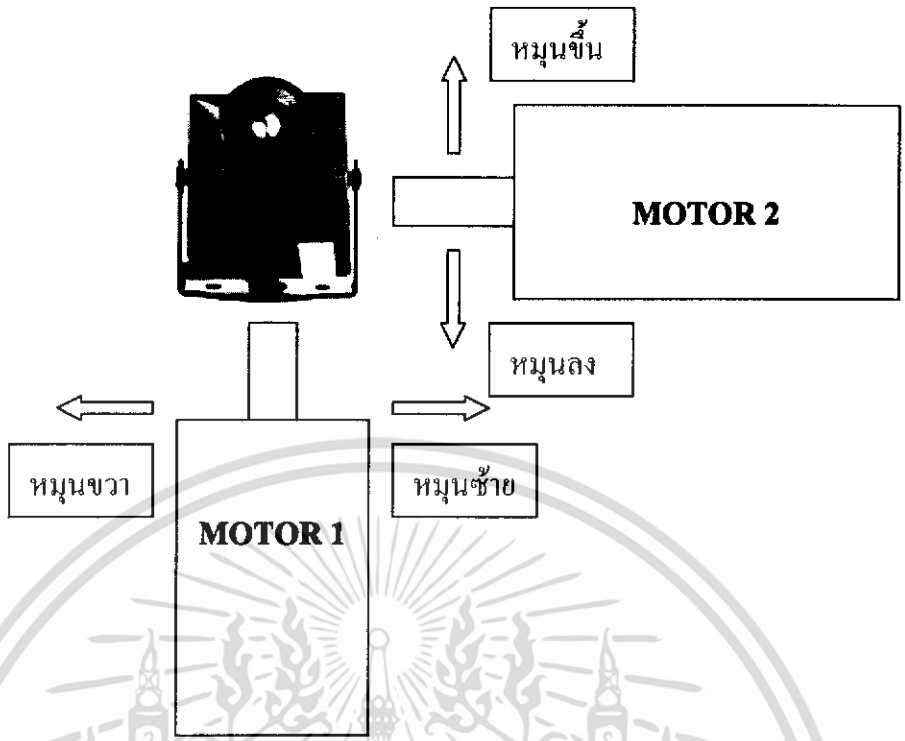
ในโครงงานนี้ได้ทำการต่อใช้งานในโหมด Ven – H โดยต่อขา 6 และ ขา 11ของ L298N เข้ากับเอาท์พุทของ วงจรเรกกูเลเตอร์ 5 โวลต์ โดยการควบคุมการเคลื่อนที่ ทำได้โดยการต่อขาพอร์ตเอาท์พุทของ PIC16F628 ทั้งหมด 4 พอร์ต เข้ากับ ขาอินพุททั้ง 4 ขา ของมอเตอร์ ดังนั้นจะได้เอาท์พุททั้งหมด 4 ค่า แบ่งเป็นสองชุด โดยเอาท์พุทชุดแรกนำไปต่อเพื่อควบคุม DC มอเตอร์ลูกที่ 1 และเอาท์พุทชุดที่สองนำไปต่อเพื่อควบคุม DC มอเตอร์ลูกที่สอง ดังรูป 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงการต่อเอาท์พุทเพื่อนำไปควบคุม DC มอเตอร์ทั้งสองลูก

จากนั้นส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวสั่งการให้ L298N ทำงาน (ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลคำสั่งมาจาก โปรแกรม Visual C++ อีกทีหนึ่ง)เพื่อควบคุมให้กล้องเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่างๆ ซึ่งการต่อขาเอาท์พุทของ L298N เข้ากับมอเตอร์ทั้งสอง ต้องสัมพันธ์กับการสั่งงานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์(ลอจิก H,L) ในที่นี้ให้มอเตอร์ 1 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ซ้ายขวาของกล้องส่วนมอเตอร์ 2 ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของกล้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้อง

ตารางที่ 2.5 การป้อนอินพุทเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องโดยควบคุม Motor1 และ Motor2

ทิศทางการเคลื่อนที่	Motor1		Motor2	
	Input1	Input2	Input3	Input4
หยุด	0	0	0	0
หมุนขึ้น	0	0	1	0
หมุนลง	0	0	0	1
หมุนขวา	1	0	0	0
หมุนซ้าย	0	1	0	0

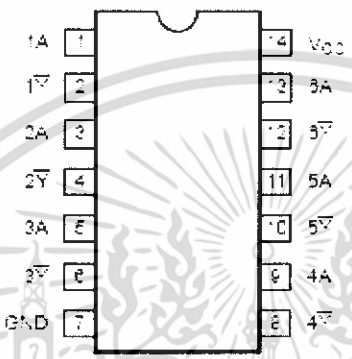
0 = Logic Low ; 1 = Logic High

จากตารางที่ 2.5 การป้อนอินพุทเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้อง แสดงให้เห็นว่า เมื่อต้องการให้กล้องเคลื่อนที่ไปข้างบนจะกำหนดให้ Input3 เป็น High ขณะเดียวกันก็ให้ Input4 เป็น Low มอเตอร์จะหมุนไปในทิศทางด้านบน ถ้าต้องการให้กล้องเคลื่อนที่ลงก็ป้อนอินพุทให้ตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

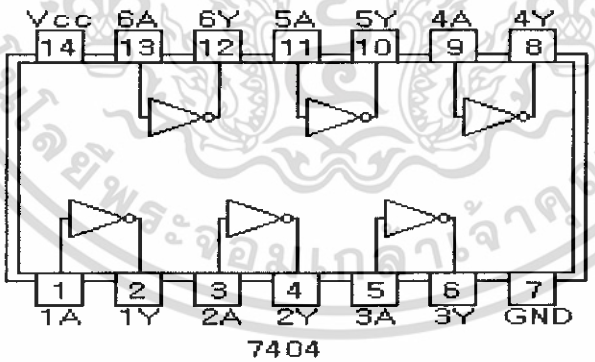
ข้าม ส่วนเมื่อต้องการให้กล้องหมุนไปในทิศทางขวาจะกำหนดให้ Input1 เป็น High ขณะเดียวกันก็ให้ Input2 เป็น Low มอเตอร์จะหมุนไปในทิศทางขวา ถ้าต้องการให้กล้องเคลื่อนที่ไปทางซ้าย ก็ป้อนอินพุทให้ตรงกันข้าม ก็จะสามารถทำให้รถเลี้ยวไปในทิศทางที่ต้องการได้

2.7 ไอซี 7404



รูปที่ 2.13 แสดง Pin Connection ของ 7404

7404 เป็น HEX INVERTER ภายในจะประกอบไปด้วย NOT GATE ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จะตรงข้ามกับอินพุทที่เข้ามา



รูปที่ 2.14 Block Diagram วงจรภายใน 7404

ในโครงงานนี้เราใช้ 7404 เพื่อที่จะปรับแต่งสัญญาณพัลส์ที่ออกมาจากตัวมอเตอร์ให้มีค่าเข้าใกล้ 0 และ 5 โวลต์มากขึ้น แล้วค่อยนำมาต่อเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เพื่อที่จะนับสัญญาณพัลส์ที่ส่งกลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการประมวลผลภาพ

3.1 หลักการพื้นฐานทางอิมเมจโปรเซสซิ่ง

3.1.1 การประมวลภาพเชิงตัวเลข(Digital Image Processing)

การประมวลภาพเชิงตัวเลข หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ โดยภาพที่ถูกนำมาประมวลผลนี้จะถูกแทนด้วยเลขจำนวนเต็ม ตั้งแต่ 0-255 ในรูปของเมตริกซ์ แต่โดยทั่วไปภาพที่เรารับจากตัวรับสัญญาณ เช่น กล้องวิดีโอ กล้องดิจิตอล นั้น เป็นฟังชัน f(x,y) ที่ต่อเนื่องในระนาบสองมิติ โดยจะเป็นสัดส่วนกับความสว่าง หรือ ความเข้มของภาพ ที่ตำแหน่ง (x,y)

ก. การแทนภาพด้วยข้อมูลดิจิตอล

ภาพแบบข้อมูลดิจิตอล (Digital Image) เป็นภาพที่ถูกแปลงมาจากภาพที่เป็นสัญญาณอนาลอกซึ่งเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง ให้เป็นฟังก์ชันที่ไม่ต่อเนื่องโดยอยู่ในรูปตัวเลขจำนวนเต็ม 0-255 โดยภาพจะถูกแบ่งเป็นพื้นที่เล็กๆ เรียกว่า พิกเซล จะถูกระบุโดย ตำแหน่ง (x,y) โดยเราสามารถแปลงภาพเป็นข้อมูลดิจิตอลได้ โดยมีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

เมื่อนำสัญญาณภาพอนาลอกที่ต้องการประมวลผลมาผ่านส่วนที่เรียกว่าดิจิไตเซอร์ (Digitizor) ซึ่งทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์ส่วนนี้ได้แก่ กล้องวิดีโอ กล้องดิจิตอล จากนั้นทำการควอนไตซ์ (Ouantizing) เพื่อที่จะประมวลผลสัญญาณด้วยคอมพิวเตอร์ ฟังก์ชัน f(x,y) จะถูกทำให้เป็นสัญญาณไม่ต่อเนื่องทั้งระนาบภาพ ซึ่งเราเรียกว่า การสุ่มภาพ (Image Sampling) ของฟังก์ชันที่ได้เรียกว่า การควอนไตเซชั่นระดับเทา (Grey Level Quantization) ก็จะได้ข้อมูลที่เป็นดิจิตอล

สมมุติว่าภาพต่อเนื่อง f(x,y) ถูกดิจิไตซ์ในระนาบ X และ Y เป็นช่วงเท่าๆกัน เราสามารถจัด f(x,y) ให้อยู่ในรูปเมตริกซ์ขนาด N×N ได้ดังนี้

$$f(x,y) = \begin{matrix} f(0,0) & f(0,1) & f(0,2) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & f(1,2) & \dots & f(1,N-1) \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ . & . & . & & . \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & f(N-1,0) & \dots & f(N-1,N-1) \end{matrix}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งทางขวาของสมการ จะเรียกได้ว่า ภาพดิจิตอล และทุกๆ สมาชิกของเมตริกซ์ จะเรียกว่า พิกเซล จากกระบวนการสร้างภาพดิจิตอลข้างต้น จะเห็นได้ว่าเราสามารถทราบความละเอียดของภาพขนาด N×N พิกเซล

ข. ลักษณะการจัดเก็บข้อมูลภาพแบบดิจิตอล

โดยทั่วไปแล้ว ข้อมูลภาพจะมีความเข้มตั้งแต่ 2 ระดับขึ้นไป แต่ที่ใช้กันที่ค่าระดับความเข้มของจุดภาพเท่ากับ 256 ระดับ ซึ่งจะทำให้ค่าของจุดภาพอยู่ในช่วง (0-255) โดยใช้เนื้อที่การเก็บข้อมูลภาพขนาด 1 ไบต์ หรือ 8 บิต สำหรับข้อมูลภาพ 1 จุด ภาพ ($2^8 = 256$) ในกรณีที่ต้องการภาพที่มีความละเอียดของความเข้มสูงๆ อาจจะต้องใช้บิตในการเก็บข้อมูลมากกว่า 8 บิต คือ อาจจะเป็น 16 บิต หรือ 24 บิต โดยค่าความเข้มของจุดภาพจะเท่ากับ 2^{16} และ 2^{24} โดยจะแยกให้เห็นชัดเจนดังนี้

1. ภาพ 2 ระดับ คือมีเพียงจุดขาวกับดำเท่านั้น โดยแต่ละจุดภาพเป็นข้อมูลขนาด 1 บิต
2. ภาพ 16 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีข้อมูลขนาด 4 บิต ซึ่งสามารถแสดงได้ 16 ระดับสี หรือ 16 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
3. ภาพ 256 ระดับ คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีข้อมูลขนาด 8 บิต ซึ่งสามารถแสดงได้ 256 ระดับสี หรือ 256 เกรย์สเกล ขึ้นอยู่กับภาพนั้นเป็นภาพสีหรือขาวดำ
4. ภาพทรูคัลเลอร์ (True color) คือ ในแต่ละจุดภาพจะมีข้อมูลขนาด 24 บิต ซึ่งสามารถแสดงได้ 16,777,216 ระดับสี หรือ 16,777,216 เกรย์สเกล สามารถแสดงได้เฉพาะภาพสีเท่านั้น ไม่สามารถแสดงภาพขาวดำได้

การแสดงภาพนี้จะใช้วิธีตั้งค่าของแม่สีในตารางสี RGB ผ่าน D/A ออกไป โดยการแสดงภาพ 256 ระดับนั้นสามารถใช้รีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต สำหรับแต่ละแม่สี

โดยทั่วไปวิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จักวัตถุภายในภาพได้นั้น พอจะแบ่งออกได้ 2 ระดับ คือ การประมวลผลภาพในระดับต่ำ (Low Level Image Processing) และการประมวลผลภาพในระดับสูง (High Level Image Processing)

การประมวลผลภาพในระดับต่ำจะเป็นการประมวลผลเชิงเลขเกือบทั้งหมด เพื่อหาตัวแปรต่างๆมาอธิบายข้อมูลภาพ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำตัวแปรเหล่านั้นไปใช้ในการประมวลผลระดับสูงต่อไป โดยทั่วไปแล้วการประมวลผลภาพระดับต่ำจะประกอบไปด้วย การประมวลผลภาพก่อน (Preprocessing) การกำจัดสัญญาณรบกวน หรือทำให้ภาพคมชัด หาขอบภาพ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมวลผลระดับสูง เป็นการนำผลลัพธ์ หรือสัญลักษณ์ที่ได้จากการประมวลผลระดับต่ำมาตีความหรือประมวลผลเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถรู้จัก และเข้าใจภาพได้ สำหรับความแตกต่างของการประมวลผลภาพระดับต่ำและการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นคือ ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลภาพ โดยที่การประมวลผลภาพระดับต่ำจะใช้ค่าความสว่างของจุดโดยตรง ส่วนการประมวลผลภาพระดับสูงนั้นข้อมูลภาพที่นำมาประมวลผลจะถูกแสดงในรูปของสัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้จะแสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่อยู่ในภาพ เช่น ขนาดของวัตถุ รูปร่าง และความสัมพันธ์กันระหว่างวัตถุภาพในภาพ

3.1.2 สัญญาณข้อมูลภาพจากดิจิตอลวิดีโอ

การส่งสัญญาณข้อมูลภาพจากวิดีโอ จะมีลักษณะการส่งที่เป็นลำดับภาพเดี่ยวหรือเฟรม (Frame) ที่ฉายต่อเนื่องกัน เช่น ภาพยนตร์ใช้อัตรา 24 เฟรมต่อวินาที หรือ วิดีโอระบบ NTSC จะส่งด้วยความเร็ว 30 เฟรมต่อวินาที โดยดิจิตอลวิดีโอแต่ละเฟรมจะเป็นข้อมูลภาพดิจิตอลในลักษณะเมตริกซ์ (Matrix) ซึ่งแต่ละจุดเรียกว่า พิกเซล (Pixel) มีค่าของระดับความเข้มสี โดยทั่วไปจะใช้เกรย์สเกล 0 ถึง 255 โดย 0 แทนความมืดมากที่สุด ส่วนตัวเลข 255 จะแทนความสว่างมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
หลักการทำงานของระบบ

4.1 โครงสร้างของระบบติดตามเป้าหมาย

ระบบติดตามเป้าหมายนี้ ประกอบด้วยส่วนสำหรับรับภาพ ส่วนของโปรแกรมการประมวลผลภาพ และส่วนการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องในการติดตามเป้าหมาย ในส่วนของการรับภาพจะประกอบไปด้วยกล้องวีดีโอสำหรับจับภาพของเป้าหมายที่อยู่ด้านหน้าของกล้อง สัญญาณจากกล้องวีดีโอจะต่อผ่านการ์ดวิดีโอเพื่อแปลงสัญญาณจากกล้องให้เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วส่งให้กับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลภาพ เมื่อเป้าหมายมีการเคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งที่เป้าหมายเคลื่อนที่ไป แล้วส่งข้อมูลมาสั่งให้ไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องให้เคลื่อนที่ตามเป้าหมายได้ถูกต้อง

4.2 โครงสร้างของโปรแกรม

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการประมวลผลภาพในระบบติดตามเป้าหมายนี้ เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรม Visual C++ โดยในการเขียนโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลภาพนี้ได้แบ่งออกเป็นส่วนของโปรแกรมหลัก และส่วนของการคำนวณแวกเตอร์ของการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย

ในส่วนของการติดตามเป้าหมายจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ PIC16F628 เป็นส่วนควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้อง โดยจะควบคุมลักษณะการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งจะใช้ภาษาซีในการเขียน

4.2.1 โปรแกรมการทำงานของ Visual C++

ในส่วนการทำงานของโปรแกรม Visual C++ จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือส่วนที่ใช้ในการประมวลผลภาพ และส่วนในการหาเวคเตอร์ของการเคลื่อนที่ของภาพของเป้าหมาย

โปรแกรมในส่วนของการประมวลผลภาพ

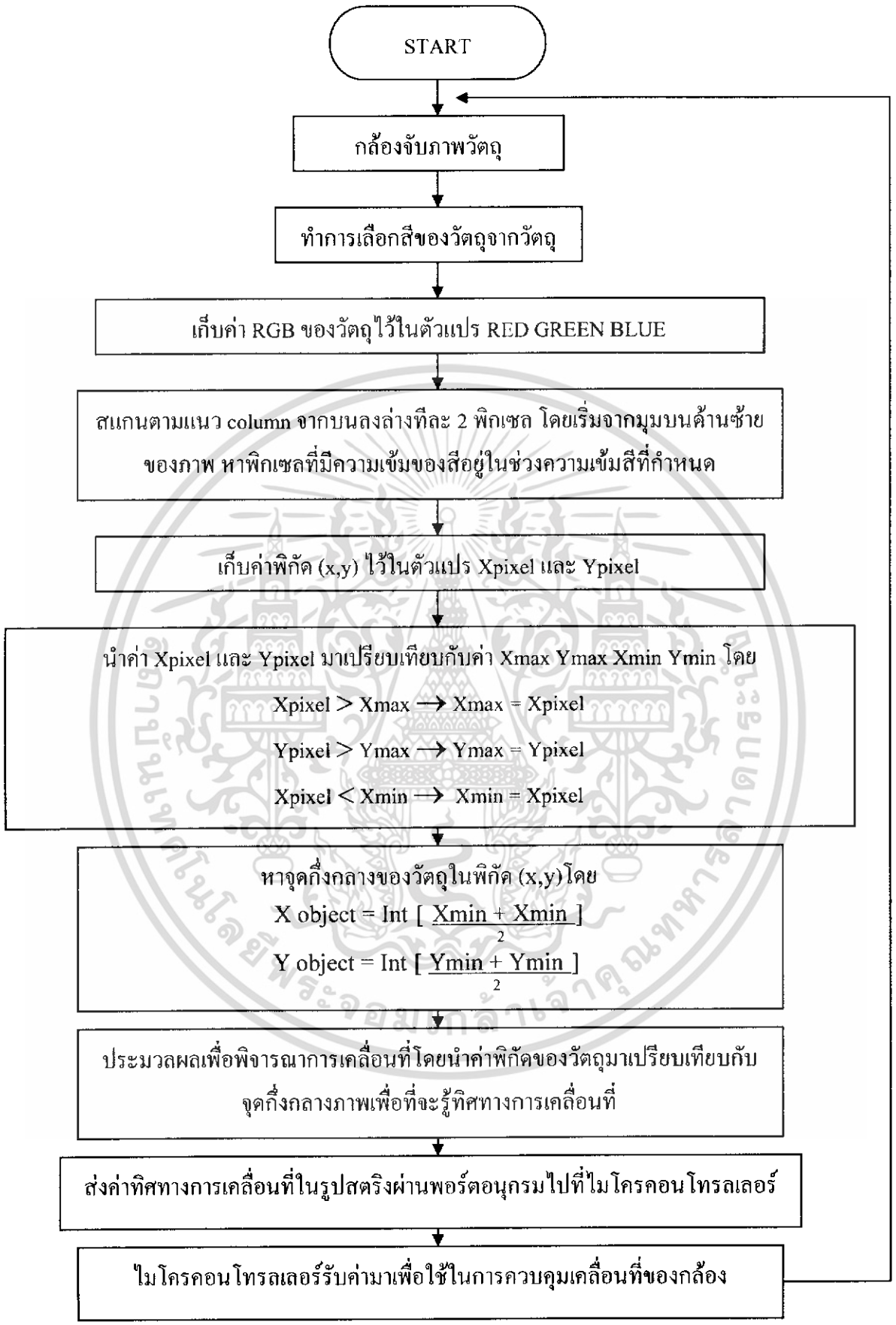
จากรูปที่ 4.1 แสดงแผนการทำงานของการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์ โดยหลักการทำงานเริ่มจาก กล้องวีดีโอรับภาพของเป้าหมายมา ซึ่งเป็นภาพปัจจุบัน โดยขนาดของเฟรมที่แสดงภาพของเป้าหมายมีขนาด 320 × 240 พิกเซล ต่อจากนั้นทำการเลือกสีจากวัตถุ โปรแกรมจะอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสสีของวัตถุ แล้วทำการแปลงค่ารหัสสีเป็นค่า RGB ต่อจากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มสี RGB ทั้ง 3 bands โดยเริ่มแสกนจากมุมบนด้านซ้ายตามแนวแกน Y ก่อนไล่ลงมาจนถึงล่างสุด แล้วจึงขยับแกน X ไป 1 หลัก แล้วทำการแสกนตามแนวแกน Y ต่อ เมื่อพบพิกเซลที่มีค่า RGB อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ ทำการเก็บค่าตำแหน่งของพิกเซลในพิกัด (x,y) ซึ่งคือตัวแปร xpixel และ ypixel และทำการหาค่าตำแหน่งมากสุดและน้อยสุดซึ่งคือตัวแปรxmax และ xminเมื่อแสกน ครบทั้งภาพแล้ว เราจะทำหาตำแหน่งของวัตถุโดยหาค่ากึ่งกลางของวัตถุจากการนำค่าตำแหน่งมากสุดบวกค่าตำแหน่งน้อยสุดแล้วทำการหารด้วยสอง ซึ่งก็คือตัวแปร xobject=(xmax+xmin)/2 และ yobject=(ymax+ymin)/2 ซึ่งเราจะได้ตำแหน่งของวัตถุในปัจจุบัน

จากการทำตามขั้นตอนดังกล่าวมาแล้วข้างต้นจะได้ตำแหน่งของวัตถุในปัจจุบันซึ่งเมื่อนำค่าตำแหน่งดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งค่าอ้างอิงที่กำหนดไว้ ซึ่งก็คือตำแหน่งกึ่งกลางของภาพ 128 × 128 พิกเซล เราก็จะได้ตำแหน่งที่วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไป ซึ่งในการหาตำแหน่งที่วัตถุเคลื่อนที่ไปนั้นจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

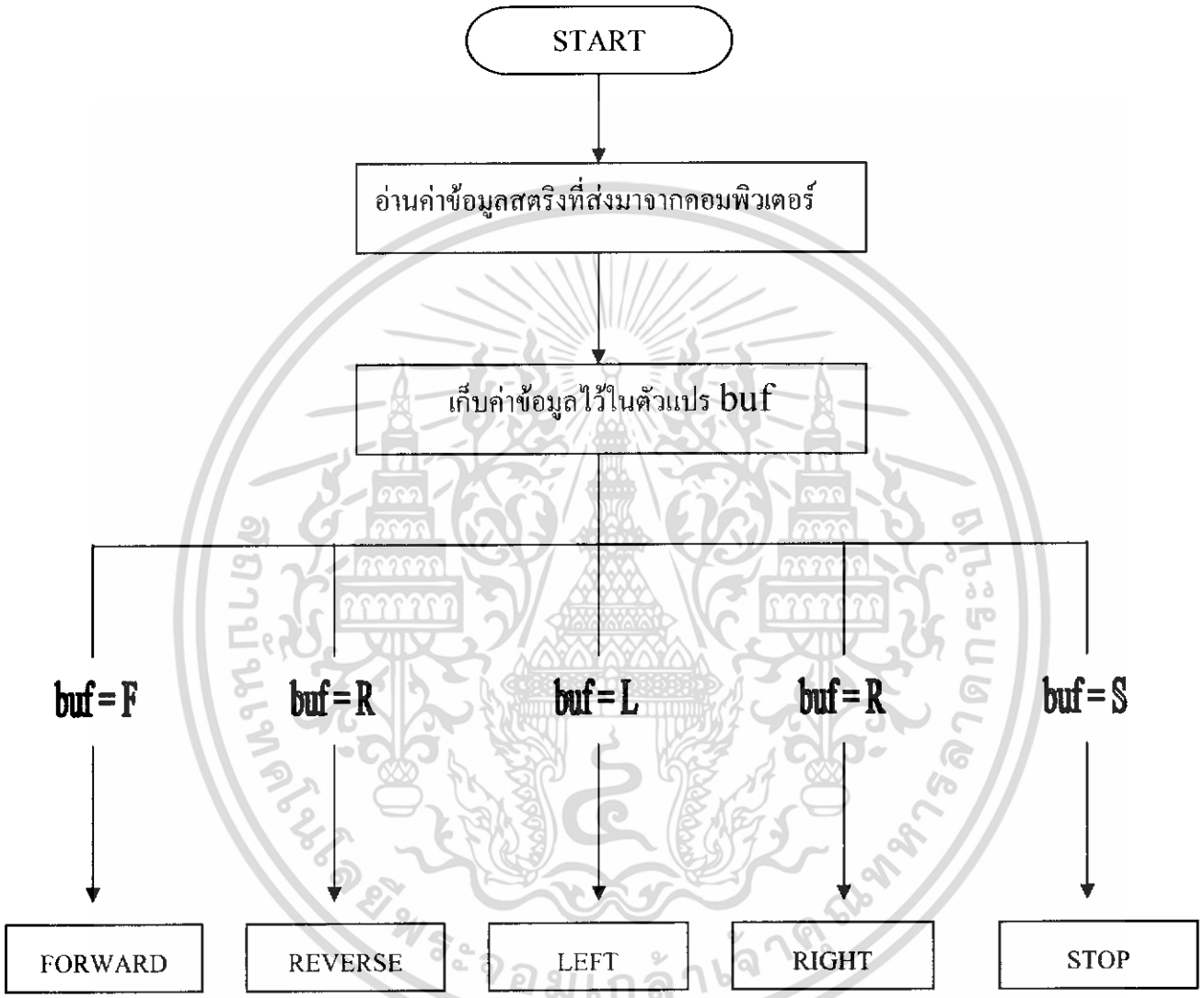
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนภาพการทำงานหลักของโปรแกรม Visual C++

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของการติดตามเป้าหมาย



รูปที่ 4.2 แผนภาพการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งที่วัตถุเคลื่อนที่ไป

จากการประมวลผลภาพจะได้ตำแหน่งของวัตถุในพิกัด (x,y) ซึ่งคือตัวแปร xobject และ yobject นำค่าพิกัดซึ่งเก็บในตัวแปรทั้งสองมาเปรียบเทียบกับจุดกึ่งกลางของภาพ เพื่อให้ได้เวคเตอร์ของเป้าหมายที่เคลื่อนที่ไป โดยทำดังสมการ

$$DisplacementX = xobject - 160 \qquad \text{.....4.1}$$

$$DisplacementY = yobject - 120 \qquad \text{.....4.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าที่ได้มาจะทราบระยะที่เป้าหมายเคลื่อนที่ไป แต่ในหลักความเป็นจริง การเคลื่อนที่ของเป้าหมายในเฟรมภาพ จะมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับการเคลื่อนที่ของเป้าหมายจริงๆ และอาจมีค่าผิดพลาดจากการสั่นของแสงทำให้เงาของเป้าหมายสั่นไหว มีผลทำให้การสั่งงานหรือใช้ค่าที่ใช้ในการสั่งการเคลื่อนที่มีค่าไม่คงที่ ทำให้มีการเคลื่อนที่ที่ผิดพลาดได้ ดังนั้นเราต้องหาค่าที่เหมาะสมในการที่จะตัดสินใจว่าจะเคลื่อนที่ไปทางไหน โดยใช้สมการ

เคลื่อนที่ด้านขวา ดังสมการ 4.3

$$DisplacementX > 42 \qquad \text{.....4.3}$$

เคลื่อนที่ด้านซ้าย ดังสมการ 4.4

$$DisplacementX < -42 \qquad \text{.....4.4}$$

เคลื่อนที่ด้านบน ดังสมการ 4.5

$$DisplacementY < -42 \qquad \text{.....4.5}$$

เคลื่อนที่ด้านล่าง ดังสมการ 4.6

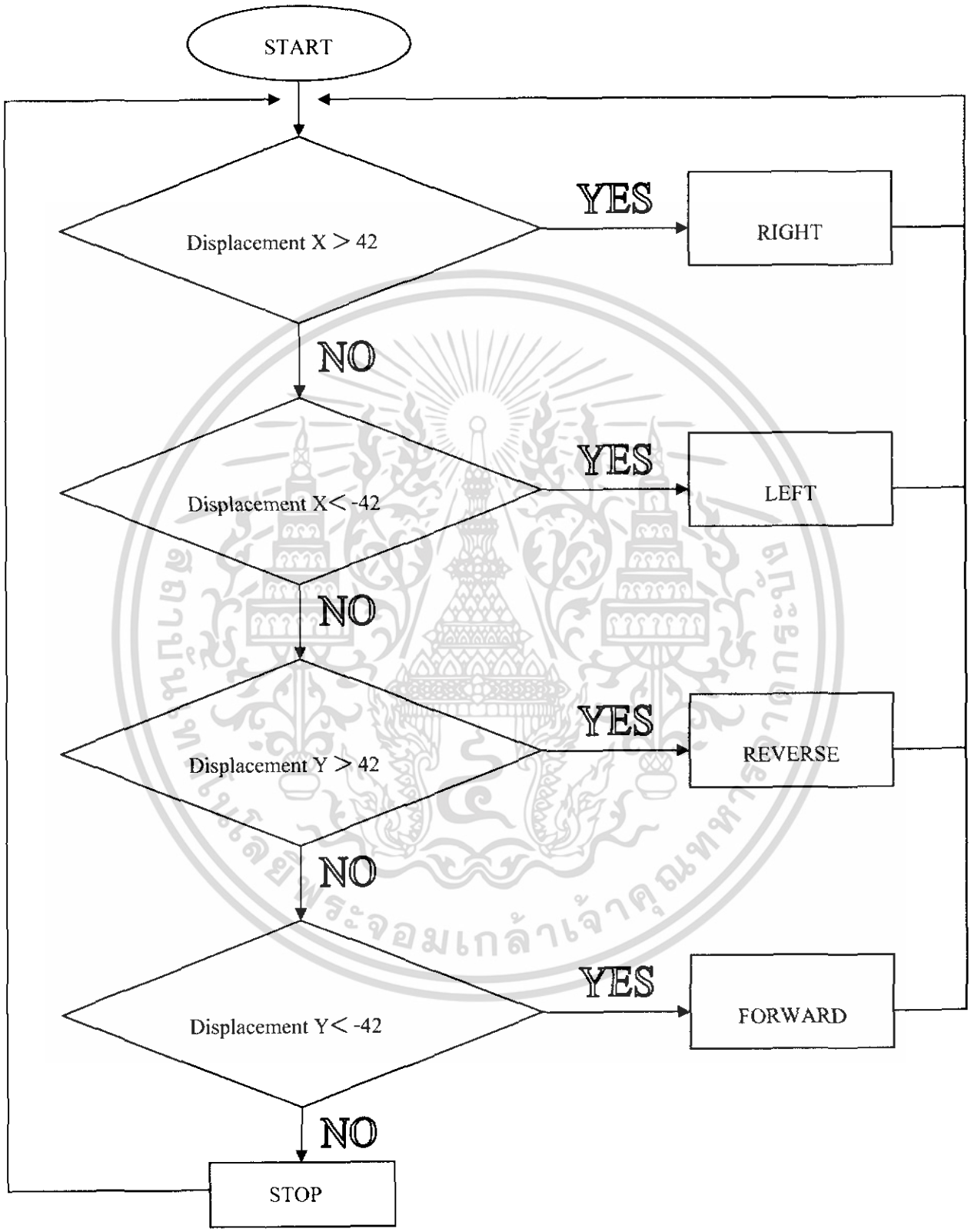
$$DisplacementY > 42 \qquad \text{.....4.6}$$

นอกเหนือจากสมการทั้ง 4 กล้องจะหยุดอยู่กับที่

ค่าที่ได้ดังสมการข้างต้นจะเป็นค่าอ้างอิงในการสั่งการเคลื่อนที่ของกล้อง โดยจะพิจารณาการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ก่อนแล้วจึงจะพิจารณาการเคลื่อนที่ตามแนวแกน Y ดังแสดงในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 โปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 4.3 แผนภาพการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมในส่วนของไมโครคอนโทรเลอร์จะใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้อง โดยจะรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ ดังนั้นโปรแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์จึงเริ่มต้นจากการรับคำสั่งจากคอมพิวเตอร์ผ่าน Serial Port ซึ่งเป็นข้อมูลสตริง แล้วทำการพิจารณาเพื่อนำมาเป็นคำสั่งในการเคลื่อนที่ของกล้อง นั่นคือ การควบคุมทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง โดยพิจารณาแนวการเคลื่อนที่ในแนวแกน X ก่อน แล้วจึงพิจารณาในแนวแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

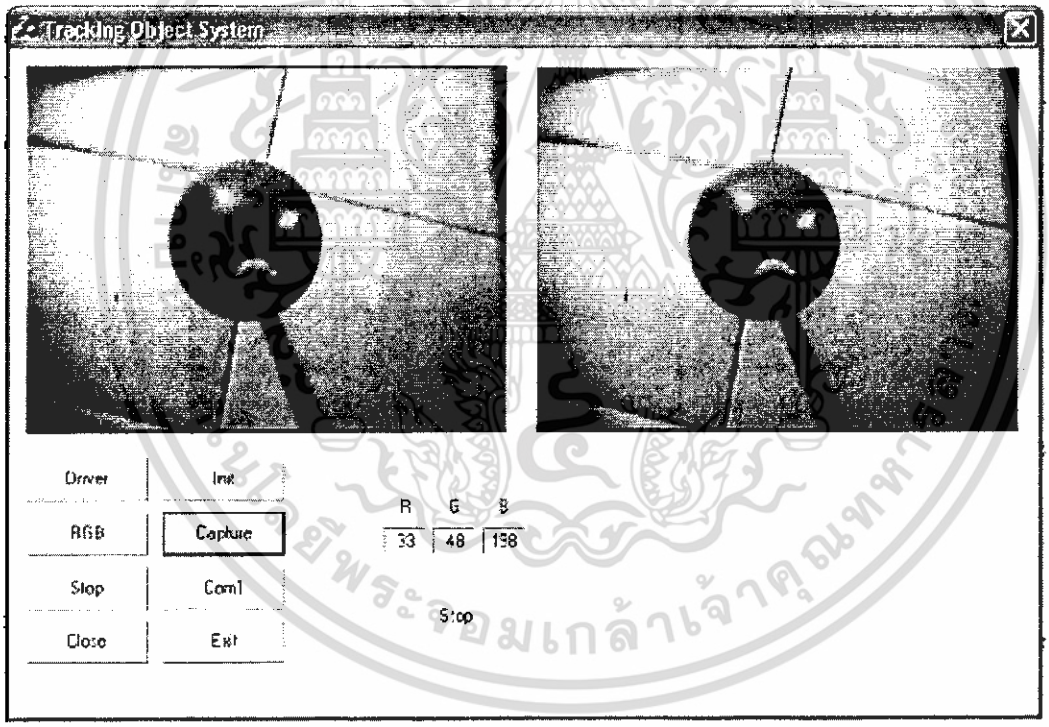
การทดลองและผลการทดลอง

5.1 การทดลองเพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายมีการเคลื่อนที่

สำหรับการทดลองจะทำการศึกษาการทำงานของโปรแกรม เมื่อมีการเคลื่อนที่ของเป้าหมายไปในตำแหน่งต่างๆ จะได้ผลเป็นไปตามเงื่อนไขของโปรแกรมที่เขียนไว้หรือไม่

โดยการทดลองจะทดสอบให้เป้าหมายเคลื่อนที่ไปในตำแหน่งต่างๆ 5 ตำแหน่ง และสังเกตผลการทดสอบของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ โดยสามารถดูผลได้จากการแสดงผลออกทางหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมดังนี้

- เมื่อคลิกเลือกวัตถุและให้เป้าหมายอยู่ตรงกลางของเฟรมภาพ จะแสดงผลดังนี้

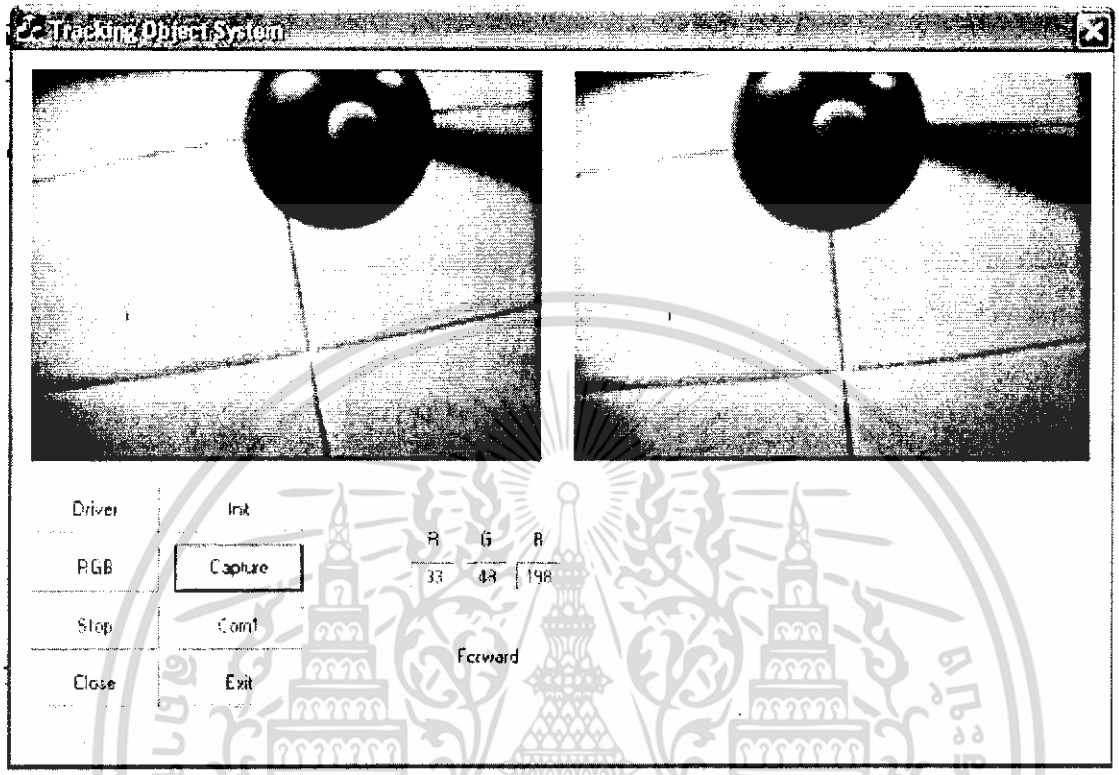


รูปที่5.1 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อคลิกเลือกวัตถุและเป้าหมายอยู่ตรงกลางของเฟรม

จากรูปที่ 5.1 จะพบว่าการประมวลผลภาพให้ผลที่ถูกต้องคือ เมื่อเป้าหมายอยู่ตรงกลางเฟรมภาพ คอมพิวเตอร์จะสั่งให้หยุดการเคลื่อนที่ของกล้อง ซึ่งจะแสดงผลออกทางหน้าจอโดยจะส่งค่าออกผ่านทาง SERIAL PORTไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ให้สั่งหยุดการเคลื่อนที่ของมอเตอร์ และจากผลการทดลองพบว่ากล้องได้หยุดการเคลื่อนที่ตามที่ได้สั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเราเคลื่อนที่เป้าหมายไปด้านบน จะแสดงผลดังนี้

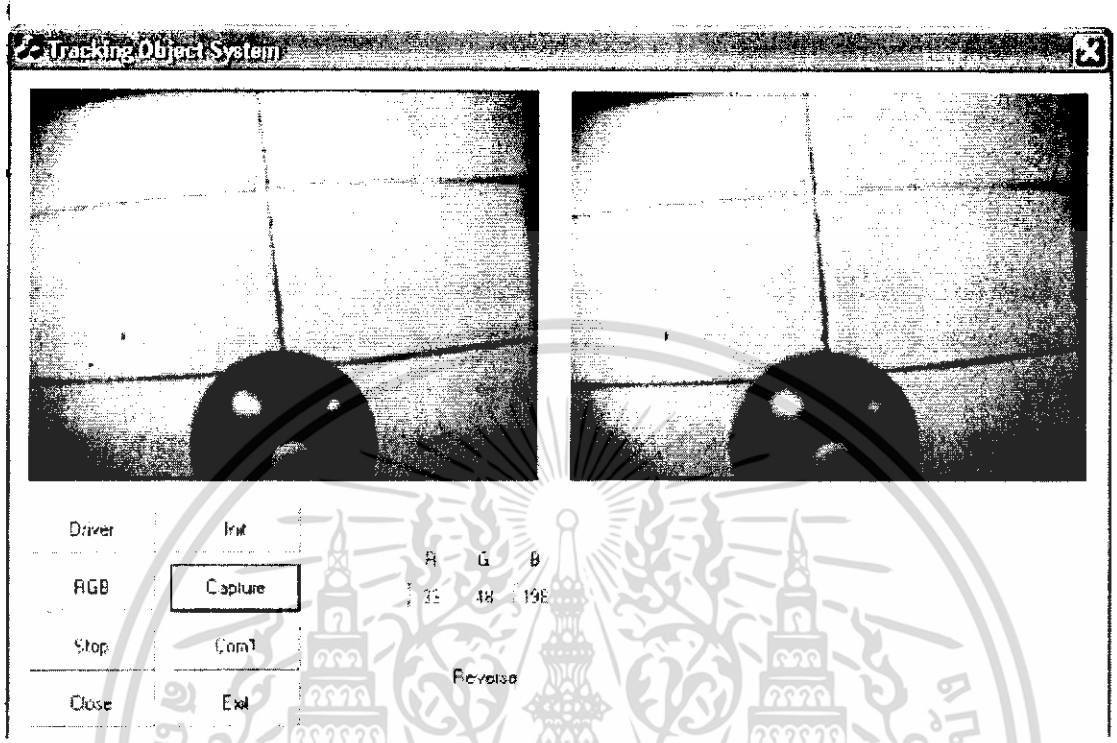


รูปที่ 5.2 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ที่ตำแหน่งด้านบนของเฟรม

จากรูปที่ 5.2 จะพบว่าการประมวลผลภาพให้ผลที่ถูกต้องคือ เมื่อเป้าหมายเคลื่อนที่ไปอยู่ด้านบนของเฟรมภาพ คอมพิวเตอร์จะสั่งให้กล้องเคลื่อนที่ไปด้านบน ซึ่งจะแสดงผลออกทางหน้าจอโดยจะส่งค่าออก SERIAL PORT ไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ให้สั่งมอเตอร์ลูกที่ 2 เคลื่อนที่ไปด้านบน และจากผลการทดลองพบว่ากล้องได้เคลื่อนที่ไปด้านบนตามที่ได้สั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเราเคลื่อนที่เป้าหมายไปด้านล่าง จะแสดงผลดังนี้

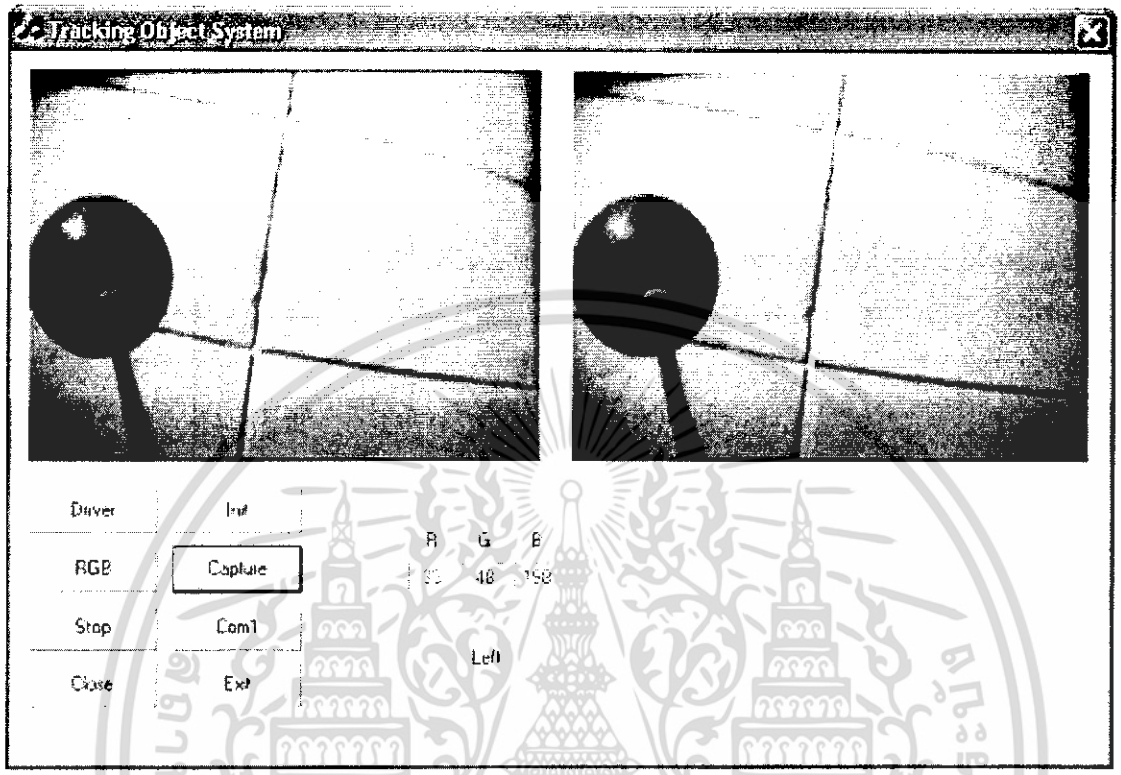


รูปที่ 5.3 ภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านล่างของเฟรม

จากรูปที่ 5.3 จะพบว่าการประมวลผลภาพให้ผลที่ถูกต้องคือ เมื่อเป้าหมายเคลื่อนที่ไปอยู่ด้านล่างของเฟรมภาพ คอมพิวเตอร์จะสั่งให้กล้องเคลื่อนที่ไปด้านล่าง ซึ่งจะแสดงผลออกทางหน้าจอโดยจะส่งค่าออกผ่านทาง SERIAL PORT ไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ให้สั่งมอเตอร์ลูกที่ 2 เคลื่อนที่ไปด้านล่าง และจากผลการทดลองพบว่ากล้องได้เคลื่อนที่ไปด้านล่างตามที่ได้สั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเราเคลื่อนที่เป้าหมายไปด้านซ้าย จะแสดงผลดังนี้

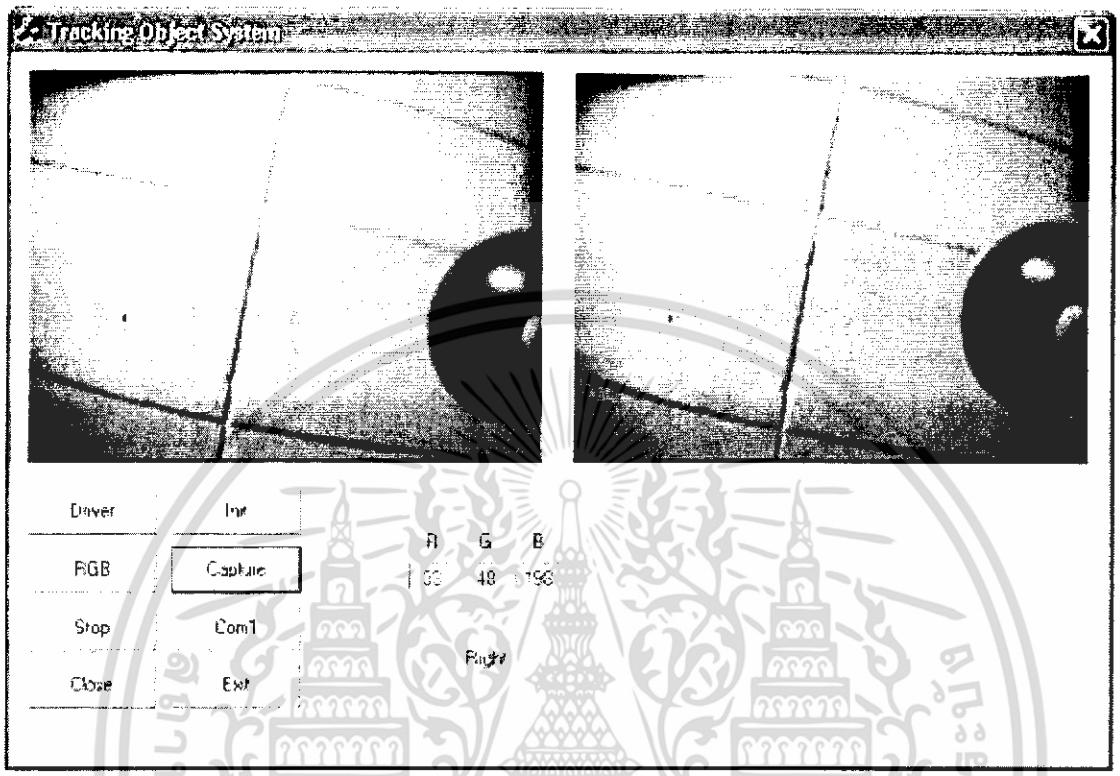


รูปที่ 5.4 แสดงภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านซ้ายของเฟรม

จากรูปที่ 5.4 จะพบว่าการประมวลผลภาพให้ผลที่ถูกต้องคือ เมื่อเป้าหมายเคลื่อนที่ไปอยู่ด้านซ้ายของเฟรมภาพ คอมพิวเตอร์จะสั่งให้กล้องเคลื่อนที่ไปด้านซ้าย ซึ่งจะแสดงผลออกทางหน้าจอ โดยจะส่งค่าออกผ่านทางSERIAL PORTไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ให้สั่งมอเตอร์ลูกที่ 1เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้าย และจากผลการทดลองพบว่ากล้องได้เคลื่อนที่ไปด้านซ้ายตามที่ได้สั่งการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อเราเคลื่อนที่เป้าหมายไปด้านขวา จะแสดงผลดังนี้



รูปที่ 5.5 แสดงภาพหน้าจอของโปรแกรมเมื่อเป้าหมายอยู่ด้านขวาของเฟรม

จากรูปที่ 5.5 จะพบว่าการประมวลผลภาพให้ผลที่ถูกต้องคือ เมื่อเป้าหมายเคลื่อนที่ไปอยู่ด้านขวาของเฟรมภาพ คอมพิวเตอร์จะสั่งให้กล้องเคลื่อนที่ไปด้านขวา ซึ่งจะแสดงผลออกทางหน้าจอโดยจะส่งค่าออกผ่านทางSERIAL PORT ไปให้กับไมโครคอนโทรเลอร์ ให้สั่งมอเตอร์ลูกที่ 1เคลื่อนที่ไปทางด้านขวา และจากผลการทดลองพบว่ากล้องได้เคลื่อนที่ไปด้านขวาตามที่ได้สั่งการ

จะพบว่าจากการเคลื่อนที่ของเป้าหมายไปในตำแหน่งต่างๆ การทำงานของโปรแกรมได้ทำงานได้อย่างถูกต้อง และสั่งการให้กล้องเคลื่อนที่ไปได้อย่างถูกต้อง พบว่าถ้าเป้าหมายอยู่ในตำแหน่งอื่นๆ กล้องจะเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน X ก่อน แล้วจึงเคลื่อนที่ไปตามแนวแกน Y ซึ่งการเคลื่อนที่ในแนวต่างๆ นี้ ก็ทำงานตามผลการทดลองที่ได้ทำการทดลองไปแล้วข้างต้น

จากการทดลองดังกล่าว เราจะสั่งให้รถเคลื่อนที่ในทิศต่างๆ ได้โดยการสั่งไปที่ขา 5 กับ 7 และ 10 กับ 12 ตามลำดับ ของไอซีเบอร์ L298N โดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองและผลที่ได้จากการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

จากการศึกษาการทำงานของวงจรขับมอเตอร์กระแสตรง โดยใช้ไอซีเบอร์ L298N ซึ่งความเร็วในการเคลื่อนที่ ทิศทางการเคลื่อนที่ และการหยุดหมุนของมอเตอร์กระแสตรง จะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวควบคุม ซึ่งให้ผลควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลที่ได้จากการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

Inputs		Function
V_{en} = H	C = H ; D = L	Forward
	C = L ; D = H	Reverse
	C = D	Fast Motor Stop
V_{en} = L	C = X ; D = X	Free Running Motor Stop

L = Low H = High X = Don't care

5.3 การทดลองในหัวข้ออื่นๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

จากทดลองในด้านปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ สามารถแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ และได้ผลการทดลอง ดังจะได้อธิบายโดยสรุปตามตารางต่อไปนี้

หัวข้อการทดลอง	หัวข้อการทดลอง
สภาพของแสง	ต้องมีความสว่างพอเพียง
ดีเลย์ไทม์ในการประมวลผล (7 fps)	มีค่าพอสมควร ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความเร็วของคอมพิวเตอร์ด้วย
ความเร็วในการเคลื่อนที่ของเป้าหมาย	ควรเคลื่อนที่ช้าๆ เพื่อให้สามารถประมวลผลได้ทัน และทำให้ระบบทำงานได้ถูกต้องมากขึ้น
สีของเป้าหมาย	ควรมีความเข้มของสีมาก และมีความแตกต่างกับพื้นหลังมาก
ขนาดของเป้าหมาย	ต้องไม่เล็กจนเกินไป ควรมีความเข้มของสีมากๆและแตกต่างกับพื้นหลัง
สีของพื้นหลังเป้าหมาย	ควรเป็นสีเดียวกันตลอดพื้นหลัง และเป็นสีที่มีความเข้มของสีแตกต่างกับพื้นหลังมาก

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองในการทดลองปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปวิจารณ์การทดลอง

โครงงานนี้เป็นแบบกำลังการทำงานของระบบการติดตามเป้าหมายโดยอัตโนมัติ ซึ่งใช้หลักการของการประมวลผลภาพที่ได้จากกล้องวีดีโอ เราสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมหรือสถานที่ที่ต้องการความปลอดภัยต่างๆได้

ระบบการทำงานที่ได้สร้างขึ้นมานี้เริ่มจากการรับภาพเป้าหมายที่ต้องการติดตามมาทางกล้อง หาตำแหน่งที่แน่นอนที่เป้าหมายอยู่ ถ้าเป้าหมายมีการเคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ทิศทางที่เป้าหมายนั้นได้เคลื่อนที่ไป แล้วส่งข้อมูลผ่านทาง SERIAL PORT ไปสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการควบคุมการเคลื่อนที่ของกล้องให้สามารถติดตามเป้าหมายไปได้ถูกทิศทาง

จากการทำโครงงานนี้ได้พบปัญหาต่างๆมากมาย รวมทั้งยังมีข้อจำกัดต่างๆที่จะต้องมีการแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้น คือ บริเวณที่กล้องนั้นได้เคลื่อนที่ไปต้องมีแสงสว่างเพียงพอ ไม่มีสิ่งกีดขวาง สีพื้นที่กล้องจับได้ต้องเป็นสีที่มีความแตกต่างกับเป้าหมายพอสมควรและควรจะเป็นสีเดียวกัน เป้าหมายที่ใช้ต้องมีสีเข้มกว่าสีพื้นมาก ความเร็วในการเคลื่อนที่ของกล้อง และความเร็วของเป้าหมายที่เคลื่อนที่ไปต้องถูกจำกัดไม่ให้เร็วเกินไป เนื่องมาจากข้อจำกัดของความเร็วของคอมพิวเตอร์ที่สามารถประมวลผลได้ทัน และยังมีปัญหาอื่นๆ

อย่างไรก็ดีจากการทำโครงงานนี้ทำให้ได้ศึกษาภาษา Visual C++ และแอบพลิเคชั่นต่างๆ วงจรการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง การทำงานของไมโครคอนโทรเลอร์ การติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรเลอร์โดยอาศัย SERIAL PORT รวมทั้งยังได้ประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านอิมเมจโปรเซสซิ่งด้วย

สำหรับแนวทางการแก้ไขที่อยากเสนอแนะเพื่อใช้ในการพัฒนาให้ระบบมีการทำงานที่ดีขึ้น ควรจะพัฒนาด้านการเขียนโปรแกรมให้ดีขึ้นโดยอาจใช้การจับการเคลื่อนไหวของวัตถุแทนการจับความเข้มของสีวัตถุ เพื่อช่วยให้สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างวัตถุกับพื้นหลัง และสามารถคำนวนทิศทางและเคลื่อนที่ไปหาวัตถุได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นโดยไม่ต้องจำกัดสิ่งแวดล้อมมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. "คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา ฉบับผู้เริ่มต้น" โดย ประภาพร ช่างไม้ สำนักพิมพ์อินโฟเพรส
2. "Digital image processing" by Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Steven L. Eddins ,Upper Saddle River, NJ : Pearson/Prentice Hall, c2004
3. "คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual C++6 ฉบับโปรแกรมเมอร์" โดย ยุทธนา ลีลาศวัฒนกุล
4. "เรียนรู้และใช้งาน CCS C คอมไพเลอร์ " โดย บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM78XX (KA78XX, MC78XX) FIXED VOLTAGE REGULATOR (POSITIVE)

3-TERMINAL 1A POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

The LM78XX series of three-terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

TO-220

D-PAK

1: Input 2: GND 3: Output

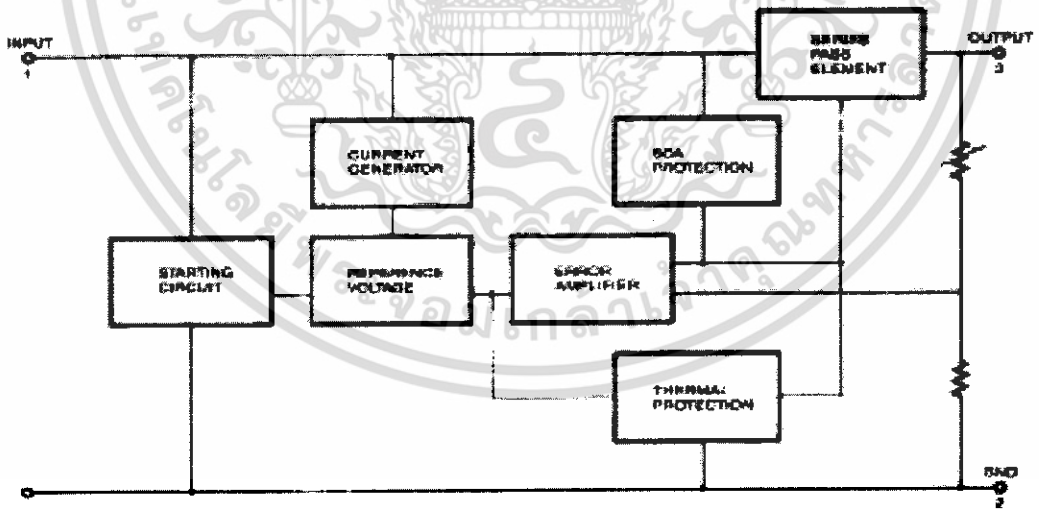
FEATURES

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

ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage Tolerance	Package	Operating Temperature
KA78XXCT	±4%	TO-220	0 ~ +125°C
KA78XXAT	±2%		
KA78XXT	±4%		-40 ~ +125°C
KA78XXR		D-PAK	0 ~ +125°C
KA78XXAR	±2%		
KA78XXR	±4%		-40 ~ +125°C

BLOCK DIAGRAM



FAIRCHILD SEMICONDUCTOR

Rev. B

©1999 Fairchild Semiconductor Corporation

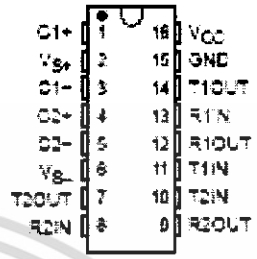
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MAX232, MAX232I
DUAL EIA-232 DRIVER/RECEIVER

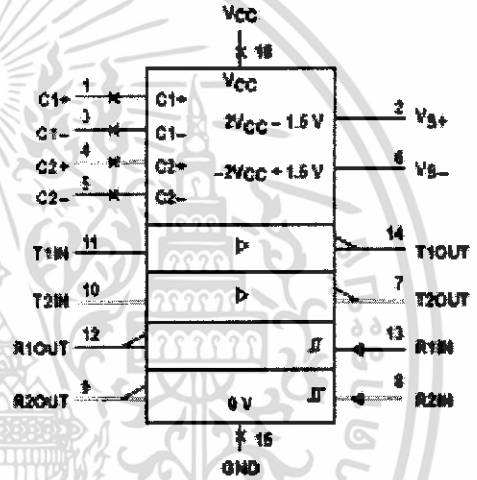
SLLS047G – FEBRUARY 1989 – REVISED AUGUST 1998

- Operates With Single 5-V Power Supply
- LinBiCMOS™ Process Technology
- Two Drivers and Two Receivers
- ±30-V Input Levels
- Low Supply Current . . . 8 mA Typical
- Meets or Exceeds TIA/EIA-232-F and ITU Recommendation V.28
- Designed to be Interchangeable With Maxim MAX232
- Applications
  - TIA/EIA-232-F
  - Battery-Powered Systems
  - Terminals
  - Modems
  - Computers
- ESD Protection Exceeds 2000 V Per MIL-STD-883, Method 3015
- Package Options Include Plastic Small-Outline (D, DW) Packages and Standard Plastic (N) DIPs

D, DW, OR N PACKAGE
(TOP VIEW)



logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

description

The MAX232 device is a dual driver/receiver that includes a capacitive voltage generator to supply EIA-232 voltage levels from a single 5-V supply. Each receiver converts EIA-232 inputs to 5-V TTL/CMOS levels. These receivers have a typical threshold of 1.3 V and a typical hysteresis of 0.5 V, and can accept ±30-V inputs. Each driver converts TTL/CMOS input levels into EIA-232 levels. The driver, receiver, and voltage-generator functions are available as cells in the Texas Instruments LinASIC™ library.

The MAX232 is characterized for operation from 0°C to 70°C. The MAX232I is characterized for operation from –40°C to 85°C.

AVAILABLE OPTIONS

T_A	PACKAGED DEVICES		
	SMALL OUTLINE (D)	SMALL OUTLINE (DW)	PLASTIC DIP (N)
0°C to 70°C	MAX232D‡	MAX232DW‡	MAX232N
–40°C to 85°C	MAX232ID‡	MAX232IDW‡	MAX232IN

‡ This device is available taped and reeled by adding an R to the part number (i.e., MAX232DR).

Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

LinASIC and LinBiCMOS are trademarks of Texas Instruments Incorporated.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

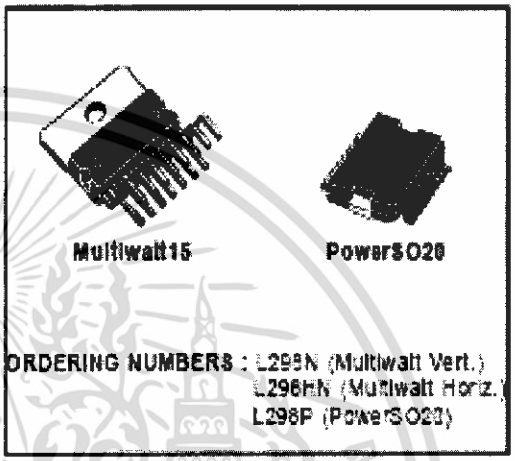
Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

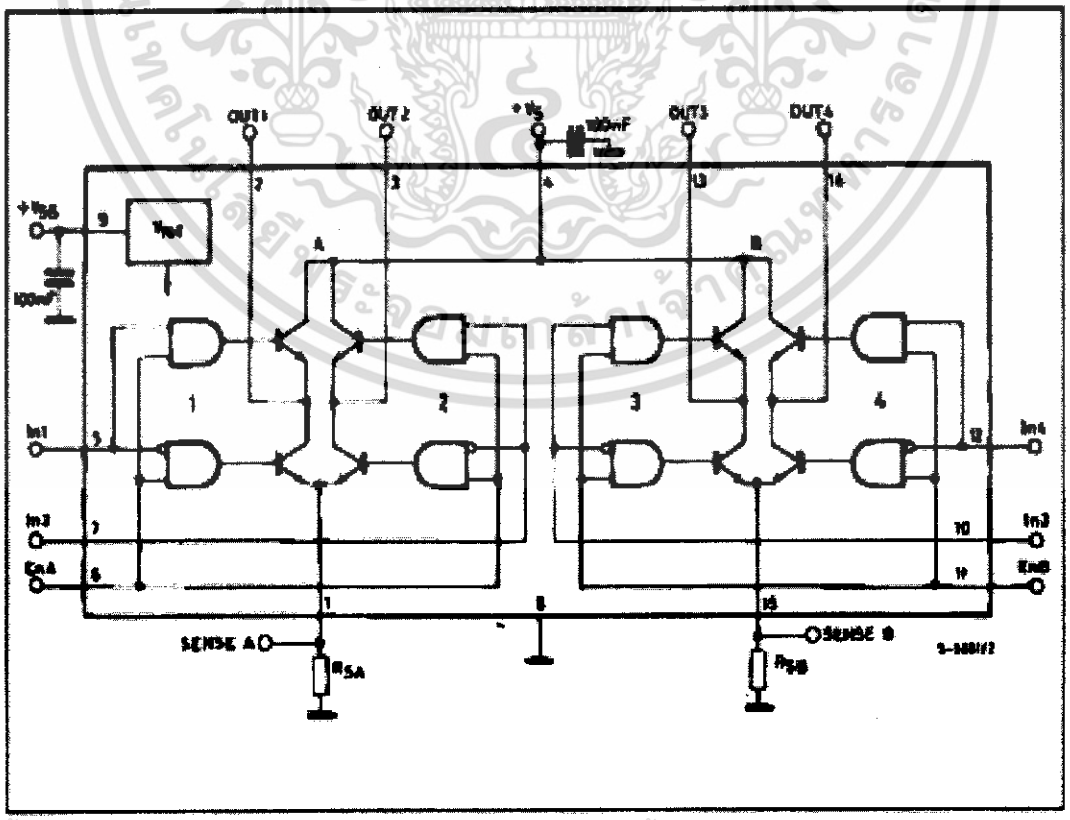


ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F62X

FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F627
- PIC16F628

Referred to collectively as PIC16F62X.

High Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn
- All single cycle instructions (200 ns), except for program branches which are two-cycle
- Operating speed:
  - DC - 20 MHz clock input
  - DC - 200 ns instruction cycle

Device	Memory		
	FLASH Program	RAM Data	EEPROM Data
PIC16F627	1024 x 14	224 x 8	128 x 8
PIC16F628	2048 x 14	224 x 8	128 x 8

- Interrupt capability
- 16 special function hardware registers
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative addressing modes

Peripheral Features:

- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (V_{REF}) module
  - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM (CCP) module
  - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
  - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
  - PWM max. resolution is 10-bit
- Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI
- 16 Bytes of common RAM

Special Microcontroller Features:

- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Detect (BOD)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Multiplexed $\overline{MCLR}$ pin
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Programmable code protection
- Low voltage programming
- Power-saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
  - FLASH configuration bits for oscillator options
  - ER (External Resistor) oscillator
    - Reduced part count
  - Dual speed INTRC
    - Lower current consumption
  - EC External Clock input
  - XT Oscillator mode
  - HS Oscillator mode
  - LP Oscillator mode
- In-circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Four user programmable ID locations

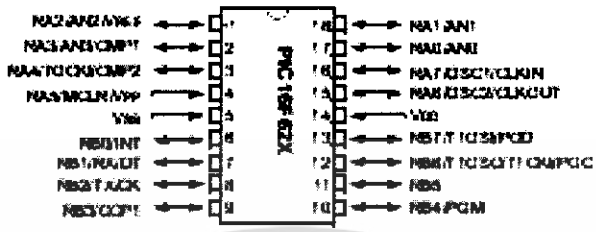
CMOS Technology:

- Low-power, high-speed CMOS FLASH technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range
  - PIC16F627 - 3.0V to 5.5V
  - PIC16F628 - 3.0V to 5.5V
  - PIC16LF627 - 2.0V to 5.5V
  - PIC16LF628 - 2.0V to 5.5V
- Commercial, Industrial and extended temperature range
- Low power consumption
  - < 2.0 mA @ 5.0V, 4.0 MHz
  - 15 µA typical @ 3.0V, 32 kHz
  - < 1.0 µA typical standby current @ 3.0V

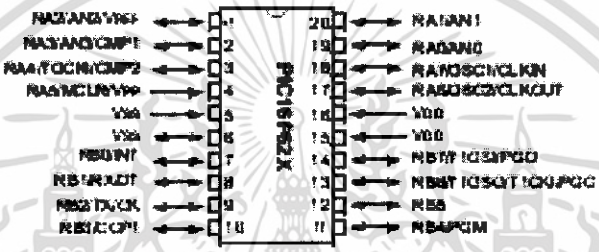
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Diagrams

PDIP, SOIC



SSOP



Device Differences

Device	Voltage Range	Oscillator	Process Technology (Microns)
PIC16F627	3.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16F628	3.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16LF627	2.0 - 5.5	(Note 1)	0.7
PIC16LF628	2.0 - 5.5	(Note 1)	0.7

Note 1: If you change from this device to another device, please verify oscillator characteristics in your application.

 © 2003 Microchip Technology Inc.

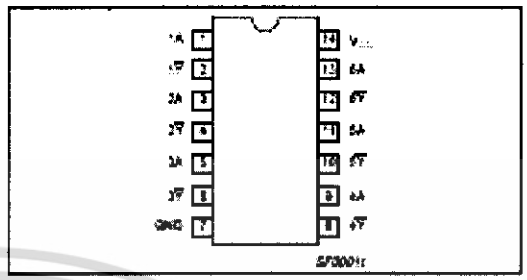
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURE

- Industrial temperature range available (−40°C to +85°C)

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74F04	3.5ns	6.9mA

PIN CONFIGURATION



ORDERING INFORMATION

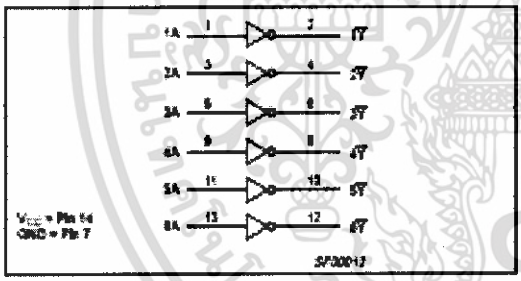
DESCRIPTION	ORDER CODE		PKG DWG #
	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±10%, T_{amb} = 0°C to +70°C	INDUSTRIAL RANGE V_{CC} = 5V ±10%, T_{amb} = −40°C to +85°C	
14-pin plastic DIP	N74F04N	I74F04N	SOT27-1
14-pin plastic SO	N74F04D	I74F04D	SOT108-1

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN OUT TABLE

PINS	DESCRIPTION	74F (U.L.) HIGH/LOW	LOAD VALUE HIGH/LOW
nA	Data inputs	1.0/1.0	20µA/0.6mA
n$\overline{Y}$	Data output	50/33	1.0mA/20mA

NOTE: One (1.0) FAST unit load is defined as: 20µA in the High state and 0.6mA in the Low state.

LOGIC DIAGRAM

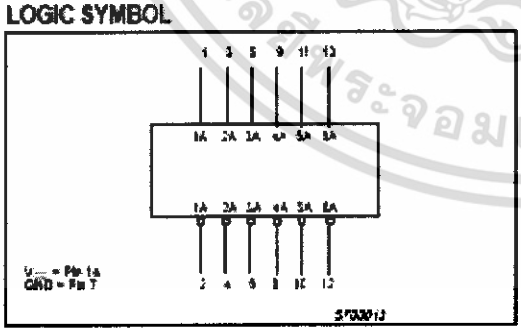


FUNCTION TABLE

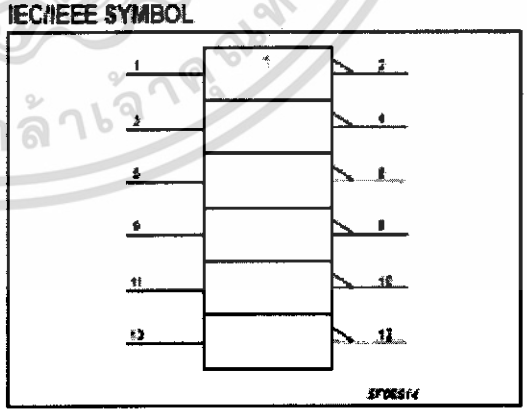
INPUTS	OUTPUT
A	$\overline{Y}$
L	H
H	L

NOTES:
H = High voltage level
L = Low voltage level

LOGIC SYMBOL

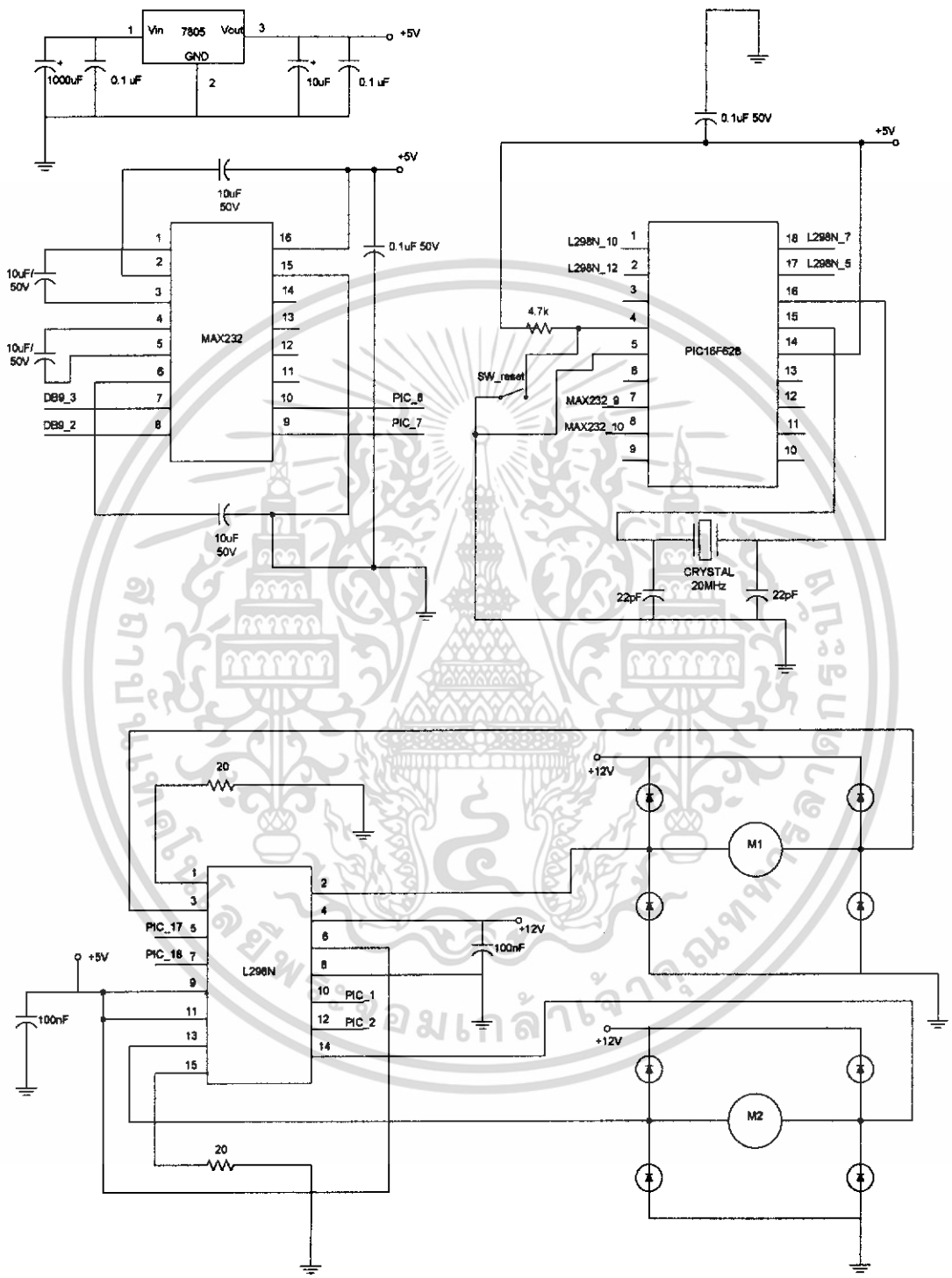


IEC/IEEE SYMBOL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้