

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

หุ่นยนต์ระบบดิจิทัล



ร.พ.  
๑๕๑๗  
๖๕๔๙

เลขหมู่.....**62298**  
เลขทะเบียน.....  
วัน,เดือน,ปี..... - 8 ส.ค. 2549

b..... 146 2002x  
i.....

โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์  
คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# **DC Servo Robot**

**Mr. Chirawas Phangkrue**  
**Mr. Chanon Rajchompoo**

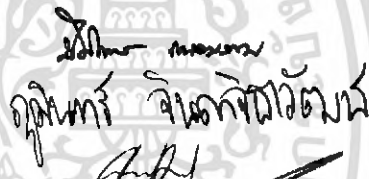




**A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of**  
**Bachelor of Science**  
**Department of Applied Physics**  
**Faculty of Science**  
**King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**  
**Academic Year 2005**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง      หุ่นยนต์ระบบคีย์เซอร์โว  
นักศึกษา                    นายจิรวัชร   พังเครือ  
                                  นายชานนท์   ราชชนภู  
ภาควิชา                    ฟิสิกส์ประยุกต์  
สาขาวิชา                 ฟิสิกส์ประยุกต์  
อาจารย์ที่ปรึกษา         รองศาสตราจารย์วิจิต   ศิริโชติ

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ   ดร.ปิติพร   ถนอมงาม กรรมการ            อ.ภูมินทร์   จินดาจิธาวัฒน์ กรรมการ            ผศ.สาหร่าย   เล็กชะอุ่ม อาจารย์ที่ปรึกษา   รศ.วิจิต   ศิริโชติ	 อ.ภูมินทร์   จินดาจิธาวัฒน์ 

  
(รองศาสตราจารย์วิชาญ   เตชิตธีระ)  
หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	หุ่นยนต์ระบบคิซีเซอร์โว	
นักศึกษา	นายจิรวัชร พังเครือ	
	นายชานนท์ ราชชมภู	
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์	คณะวิทยาศาสตร์
สาขาวิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์	
ปีการศึกษา	2548	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ	

### บทคัดย่อ

หุ่นยนต์ตัวนี้ได้ออกแบบโดยใช้กลไกของคิซีเซอร์โว ตัวควบคุมได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต 89C51RD2 ตัวควบคุมกำเนิดสัญญาณ PWM 12 ช่องสัญญาณ แต่ละช่องสัญญาณจะขับคิซีเซอร์โวหนึ่งตัว ส่วนซอฟต์แวร์พัฒนาด้วยภาษาแอสเซมบลี ได้ทำการทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อศึกษาลักษณะกลไกการเดินของมนุษย์

<b>Special Project Title</b>	DC Servo Robot	
<b>Name</b>	Mr.chirawas phangkrue Mr.Chanon Rajchompoo	
<b>Department</b>	Applied Physics	<b>Faculty of Science</b>
<b>Program</b>	Applied Physics	
<b>Academic Year</b>	2005	
<b>Special Project Advisor</b>	Assoc.Prof.Wichit Sirichote	

### ABSTRACT

A simple robot employing DC–Servo mechanism has been developed .The robot controller is built with 89C51RD2 8–bit microcontroller. The controller generates 12 channels PWM signal. Each channel drives one DC servo. The software has been developed using Assembly language. Experiment has been carried out for studying human–like walking program.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้เสร็จลงไปได้ด้วยดี ต้องขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษนี้ โดยให้ทั้งความรู้ คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ

รวมทั้งต้องขอบคุณอาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ ทุกคนที่ให้ความรู้ ให้ศีลธรรมอันดีในการดำเนินชีวิต และขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่อยู่ในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รวมทั้งต้องขอบคุณพ่อ แม่ และครอบครัว ราชชมภู รวมทั้งต้องขอบคุณพ่อ แม่ และครอบครัว พังเครือ และญาติพี่น้องทุกท่านที่อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี

จิรวรรณ พังเครือ  
ชานนท์ ราชชมภู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	5
2.1 SERVO MOTOR คือ	5
2.2 หลักการทำงานของ SERVO MOTOR	7
2.3 การปรับแต่ง SERVO MOTOR	9
2.4 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์	15
2.5 Microcontroller MCS 51	16
2.5.1 Introduction to Microcontroller (MCS-51)	16
2.5.2 AT89C51 (Atmel Corp.)	18
2.5.3 AT89C51 Pin – out	18
2.5.4 จังหวะการทำงานของ MCS-51	19
2.5.5 จังหวะการทำงานของ MCS-51 เมื่อกระทำกับหน่วยความจำภายใน	19
2.5.6 จังหวะการทำงานของ MCS-51 เมื่อกระทำกับหน่วยความจำภายนอก	20
2.5.7 การจัดหน่วยความจำของ MCS-51	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3	วิธีการดำเนินงานวิจัย	27
3.1	สร้างบอร์ดทดลอง/บอร์ดอัคโปรแกรม	27
3.2	ออกแบบการทำหุ่นยนต์และการขึ้นโครงหุ่นยนต์	28
3.3	ออกแบบการติดต่อและควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs51 กับคอมพิวเตอร์ในการเขียน Software สั่งงานควบคุมมอเตอร์ SERVO	28
3.4	เริ่มประกอบหุ่นยนต์โดยใช้ SERVO MOTOR โดยทำจากขาหุ่นยนต์แล้ว ค่อยทำลำตัวและ แขนหุ่นยนต์ตามลำดับ	28
3.5	ทดสอบหุ่นยนต์รวมทั้งแก้ปัญหาในการทำหุ่นยนต์	28
3.6	ทดสอบการทำงานทั้งระบบ	28
บทที่ 4	ผลการทดลองและอภิปรายผล	29
4.1	การทดลองโปรแกรม	29
4.2	ตารางคำนวณค่าพัลส์	33
4.3	การประกอบหุ่นยนต์	34
4.4	ผลการทดลอง	35
บทที่ 5	สรุปและข้อเสนอแนะ	36

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ตัวอย่างขาหุ่นยนต์	2
รูปที่ 2.1 Servo Motor	5
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของ Servo Motor	6
รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ Servo motor	7
รูปที่ 2.4 การปรับแต่ง Servo motor	9
รูปที่ 2.5 การปรับแต่ง Servo motor	10
รูปที่ 2.6 ตัดแกนที่ติดกับเฟือง	11
รูปที่ 2.7 ถอดตัวด้านทานปรับค่าได้	12
รูปที่ 2.8 ถอดชิ้นส่วนของตัวด้านทาน	12
รูปที่ 2.9 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ เข้าที่เดิม	13
รูปที่ 2.10 ความกว้างพัลส์	14
รูปที่ 2.11 ความกว้างพัลส์	14
รูปที่ 2.12 การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน	15
รูปที่ 3.1 วงจรบอร์ดการทดลอง	27
รูปที่ 4.1 บอร์ดทดลอง 8051 SCB กับ servo motor	29
รูปที่ 4.2 ทางด้านซ้ายมือคือบอร์ดทดลอง ที่ใส่ไมโครคอนโทรเลอร์ mcs-51 เบอร์ 80C51RD2	31
รูปที่ 4.3 บอร์ด89C51RD2 กับ servo motor	31
รูปที่ 4.4 การประกอบหุ่นยนต์	34

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.2 ตารางคำนวณค่าพัลส์

หน้า

32



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ

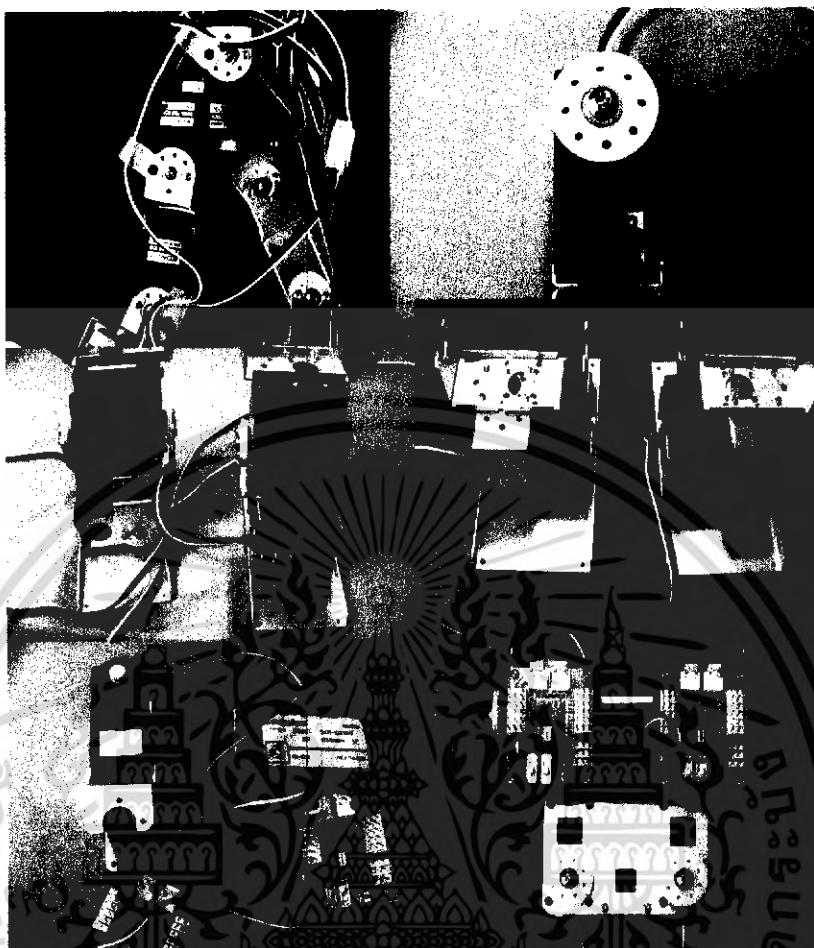
ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน รวมไปถึงการพัฒนาหุ่นยนต์เพื่อจะนำไปใช้ในเชิงอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นบริษัทเล็กหรือใหญ่เดี๋ยวนี้มีการใช้หุ่นยนต์ในการประกอบอุตสาหกรรมแทนมนุษย์มากขึ้น ทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาหุ่นยนต์กันมากขึ้น

สถานศึกษาหลายแห่งได้ให้ความสนใจในการศึกษาการทำหุ่นยนต์ ไม่ว่าจะเป็นระดับมหาวิทยาลัย หรือ ระดับวิทยาลัยอาชีวศึกษา มีการจัดการแข่งขันในการทำหุ่นยนต์แข่งขันเพื่อพัฒนาศักยภาพของตัวนักศึกษาเองให้มีความรู้มีประสบการณ์มากขึ้น และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันระหว่างทีมที่ร่วมทำการแข่งขัน และรู้แพ้รู้ชนะและการให้อภัย ทำให้นักศึกษาเข้มแข็งขึ้น และมีการเอาทีมที่ได้รางวัลชนะเลิศไปร่วมแข่งขันกับต่างประเทศ ที่ต่างประเทศทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้โลกกว้างขึ้น ว่าต่างประเทศเทคโนโลยีเขาก้าวหน้าไปขนาดไหน จะได้นำเอาประสบการณ์และความรู้มาพัฒนาประเทศเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในภายหน้า

และมีบริษัทที่ประเทศญี่ปุ่นหลายบริษัทมีการผลิตหุ่นยนต์ขึ้นมาเพื่อการจำหน่ายให้กับเด็กได้ศึกษากลไกการทำงานต่าง สอนตั้งแต่เริ่มต้นจนการประกอบจนเสร็จสมบูรณ์ เป็นการปลูกฝังให้เด็ก ๆ สนใจในเรื่องเทคโนโลยีตั้งแต่เด็ก ๆ เพื่อในอนาคตจะได้พัฒนาประเทศต่อไป

ในการทำหุ่นยนต์นั้นมีการใช้เทคโนโลยีมากมายหลายอย่าง แต่ในที่นี้ผู้ที่ทำการศึกษาได้เลือกที่จะนำความรู้ทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้ ในการสร้างเป็นแผงวงจร ไมโครคอนโทรลเลอร์และนำมาเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเขียนโปรแกรมและเชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ในการควบคุมการทำงาน

และในปัจจุบันประเทศไทยกำลังพัฒนาในด้านเทคโนโลยี และอยู่ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนา ประเทศไทยในวันนี้กำลังมองไปข้างหน้าและก้าวไปข้างหน้า และหวังว่าประเทศไทยจะก้าวขึ้นมาเป็นผู้นำทางเทคโนโลยีในไม่ช้า



รูป 1.1 ตัวอย่างขานยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการประยุกต์นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 ไปใช้งานได้จริง
2. เพื่อศึกษาการทำงานของมอเตอร์ SERVO และนำไปใช้ได้จริง
3. เพื่อฝึกทักษะในการเขียน Software
4. เพื่อเพิ่มทักษะในทางช่าง ในการทำตัวและขาหุ่นยนต์
5. เพื่อสร้างหุ่นยนต์ที่มีราคาถูก และใช้ศึกษาและพัฒนาได้จริง

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. นำไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปเขียน Software ตั้งงานในการควบคุมหุ่นยนต์ตามคำสั่ง
2. ผู้ที่มาศึกษาสามารถเขียน Software ควบคุมหุ่นยนต์ได้
3. สร้างหุ่นยนต์ขนาดเล็กและราคาถูกได้

## 1.4 ขั้นตอนการวิจัยและการดำเนินงาน

มิถุนายน	48	รวบรวมข้อมูลการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51
มิถุนายน	48	รวบรวมข้อมูลของมอเตอร์ SERVO
กรกฎาคม	48	รวบรวมข้อมูลในการทำหุ่นยนต์
สิงหาคม	48	ศึกษาการเขียน Software
กันยายน	48	ออกแบบหุ่นยนต์
ตุลาคม	48	ออกแบบการติดต่อและควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 กับคอมพิวเตอร์ในการเขียน Software ตั้งงานควบคุมมอเตอร์ SERVO
พฤศจิกายน	48	เริ่มประกอบหุ่นยนต์โดยเริ่มจากขาไปลำตัว
ธันวาคม	48	เขียนโปรแกรมการทำงานในการในการควบคุมหุ่นยนต์ทั้งระบบ
มกราคม	49	ทดสอบการทำงานและแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์
กุมภาพันธ์	49	ทดสอบการทำงานทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เรื่องการทำงานพื้นฐานของหุ่นยนต์
2. ได้ฝึกทักษะในการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51
3. ได้ฝึกทักษะในการออกแบบ Software
4. ได้นำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 ไปควบคุมมอเตอร์ SERVO ในการควบคุมหุ่นยนต์
5. สามารถนำเอาหุ่นยนต์ไปพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรมได้



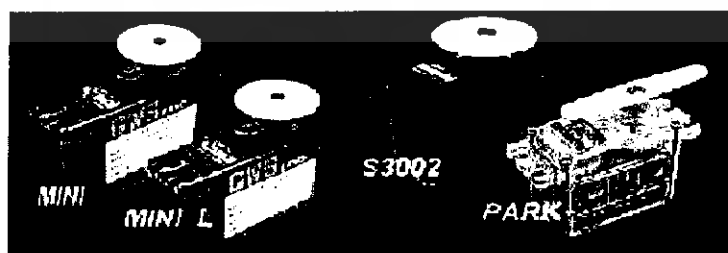
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและหลักการ

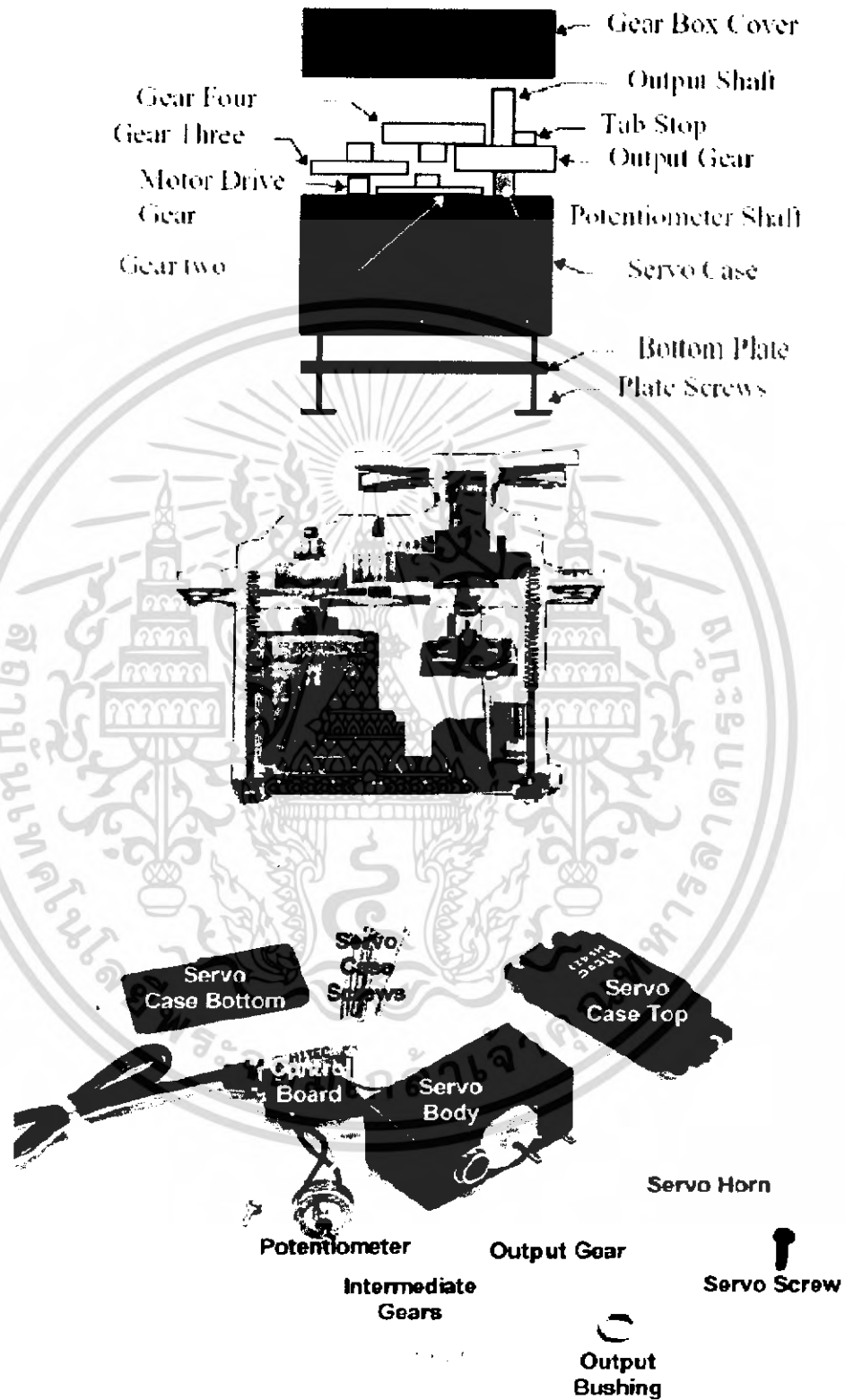
#### 2.1 SERVO MOTOR

Servo motor คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC motor) ที่ถูกประกอบรวมกับ ชุดเกียร์ และ ส่วนควบคุมต่าง ๆ ไว้ในโมดูลเดียวกัน หรือ ภายในกล่องพลาสติกเดียวกัน โดยมอเตอร์ชนิดนี้จะมี สายต่อใช้งานเพียง 3 เส้นเท่านั้น คือ VCC,GND และ สายสัญญาณควบคุม(Control Line) ซึ่ง สามารถควบคุมให้มอเตอร์หมุนซ้าย หรือ ขวาได้จากสายสัญญาณเพียงเส้นเดียว โดยสัญญาณที่ใช้ ควบคุมนี้จะเป็นสัญญาณ พัลส์วิดโมด (PWM) แบบ TTL Level ระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์นี้จะอยู่ใน ช่วงประมาณ 4 ถึง 6 โวลต์ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้ก็คือ จะมีขนาดเล็กน้ำหนักเบา, ให้แรงบิดสูง ,กินพลังงานน้อย และ สามารถควบคุม ด้วยแรงดันลอจิกที่เป็น TTL ได้โดยตรงไม่จำเป็นต้องวงจรขับ (Driver) อื่นๆ เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้จะมีวงจรควบคุมบรรจุ ไว้ภายในอยู่แล้ว ซึ่งมอเตอร์ชนิดนี้สามารถควบคุมให้หมุนไปในตำแหน่งหรือทิศทางองศาที่ต้องการ ได้ โดยอาศัยสัญญาณความกว้างพัลส์ที่ป้อนให้มอเตอร์ แต่เซอร์โวมอเตอร์นี้จะหมุนได้ แค่เพียง ในช่วงประมาณ  $180^\circ$  หรือครึ่งรอบเท่านั้นหรือบางรุ่นอาจหมุนได้ถึง  $210^\circ$  แต่จะไม่สามารถหมุนเป็น วงรอบได้ เนื่องจาก โครงสร้างภายในจะประกอบด้วย ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ (VR) ที่ทำหน้าที่ ตรวจสอบตำแหน่งการหมุนของมอเตอร์ และ ตัวต้านทานนี้จะถูกยึดติดกับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่ง จากการที่ตัวต้านทานปรับค่านี้ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้น เซอร์โวมอเตอร์จึงถูกออกแบบ ให้หมุนได้เพียงแค่ประมาณ 180 องศา หรือ ครึ่งรอบเท่านั้น เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับ ตัวต้านทานปรับค่าได้ แต่ถ้าหากเราต้องการให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบ ( $360^\circ$ ) นั้นก็สามารถทำได้ โดย จะต้องทำการปรับแต่ง (Modify) คัดแปลงชิ้นส่วนบางอย่างของมอเตอร์ ซึ่งวิธีการต่างๆ จะ ได้กล่าวไว้ ในภายหลังส่วนประกอบต่าง ๆ ของ Servo Motor



รูป 2.1 Servo Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

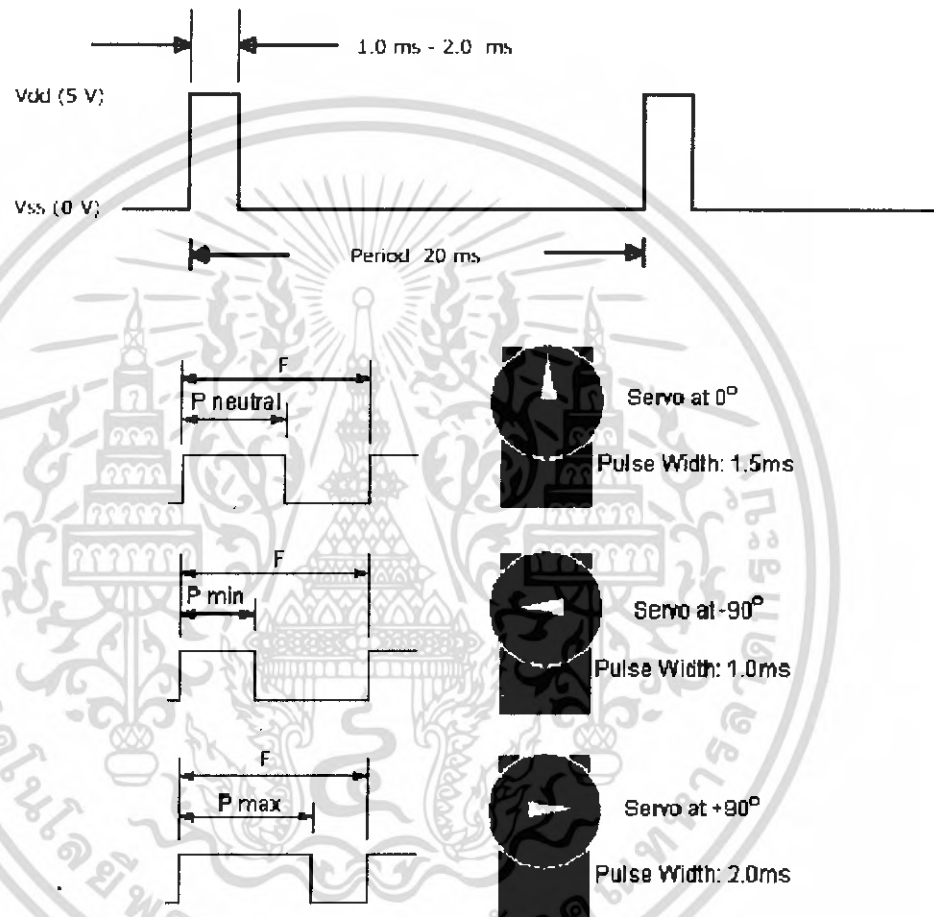


รูป 2.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของ Servo Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 หลักการทำงานของ Servo motor

การควบคุมการทำงานของ เซอร์โวมอเตอร์ ทำได้โดยการป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ซึ่งตำแหน่งและทิศทางการหมุนของมอเตอร์นี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของความกว้างของพัลส์นั้น ๆ โดยทั่วไปแล้วความกว้างของสัญญาณพัลส์จะมีจุดให้อ้างอิง 3 จุด ดังรูป คือ



รูป 2.3 หลักการทำงานของ Servo motor

- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1.5 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม 0 องศา หรือ จุดกึ่งกลางของมอเตอร์
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 1 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม  $-90$  องศา หรือ ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา
- สัญญาณความกว้างพัลส์ขนาด 2 ms จะควบคุมให้เซอร์โวมอเตอร์หมุนไปอยู่ที่ตำแหน่งมุม  $+90$  องศา หรือในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**หมายเหตุ** ค่าความกว้างพัลส์และระยะของศาการหมุนของมอเตอร์ที่อธิบายด้านบนนั้นเป็นเพียง ค่าประมาณเท่านั้นทั้งนี้ระยะการหมุน และ ขนาดของพัลส์ที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในแต่ละยี่ห้ออาจจะไม่เท่ากัน ดังนั้น ในการใช้งานจึงควรศึกษารายละเอียดของมอเตอร์ในแต่ละรุ่นที่นำมาใช้ ซึ่งโดยปกติแล้วรายละเอียดต่าง ๆ ของมอเตอร์มักจะมีติดมากับมอเตอร์นั้น ๆ อยู่แล้ว

สำหรับ Servo motor ยี่ห้อ GWS และ HITEC นั้น จะใช้ระบบเฟืองที่ต่างกันทำให้มีทิศทางการหมุนที่ต่างกันโดยจะตรงข้ามกัน เช่น ส่งสัญญาณพัลส์ 1ms มอเตอร์ GWS จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา ส่วนมอเตอร์ของ HITEC จะหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น

ส่วนการที่จะควบคุมให้มอเตอร์หมุนเป็นมุมอื่น ๆ นั้นก็สามารถทำได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เป็นระดับความกว้างต่าง ๆ โดยอ้างอิงจากจุด ทั้ง 3 จุดที่กล่าวมานี้ ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการให้มอเตอร์หมุนไปที่มุม -45 องศา เราก็จะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้าง 1.25 ms เป็นต้น และสัญญาณพัลส์นี้จะต้องจ่ายให้มอเตอร์ทุกๆ 20 ms (Period) เพื่อรักษาสภาพตำแหน่งของมอเตอร์ไว้ โดยหลักการก็คือ จะอาศัยการเปรียบเทียบช่วงเวลาของความกว้างพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุมกับค่าเวลาของวงจร RC ภายในบอร์ดควบคุมในตัวของมอเตอร์ ซึ่งค่าเวลาของวงจร RC นี้จะมีการเปลี่ยนแปลงตามการหมุนของมอเตอร์ เนื่องจากตัวต้านทานปรับค่าจะถูกยึดติดอยู่กับแกนหมุนของมอเตอร์ ซึ่งการหมุนของมอเตอร์จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่า (VR) เปลี่ยนแปลงไป เป็นผลทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยในขณะที่เราป้อนสัญญาณความกว้างพัลส์ให้กับมอเตอร์ทางขาสัญญาณควบคุม สัญญาณนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าเวลาของวงจร RC หากค่าทั้ง 2 ไม่เท่ากันมอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ค่าเวลาของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนกระทั่งค่าเวลาความกว้างพัลส์ของวงจร RC เปลี่ยนแปลงจนเท่ากับสัญญาณพัลส์ทางขาควบคุม (Control line) มอเตอร์จึงจะหยุดหมุน

## 2.3 การปรับแต่ง Servo motor

จากคุณสมบัติของ Servo motor ที่ผลิตออกมาจากโรงงานจะสามารถหมุนได้แค่เพียงประมาณ 180 องศา หรือประมาณครึ่งรอบเท่านั้น หากเราต้องการนำเอา Servo motor ไปใช้งานในลักษณะที่หมุนเป็นวงรอบนั้นก็ยังสามารถทำได้ แต่ก็จะมีข้อเสียการควบคุมในเรื่องของการสั่งให้มอเตอร์หมุนไปในตำแหน่ง หรือ มุมที่ต้องการไปด้วย จะทำได้ก็เพียงในเรื่องของการสั่งให้หมุน ซ้าย , ขวา และหยุดเท่านั้น โดยการทำให้มอเตอร์สามารถหมุนเป็นวงรอบ ได้นั้นจะต้องทำการปรับแต่งหรือแก้ไขโครงสร้างภายในบางส่วนของมอเตอร์ ซึ่งได้แก่

- การต่อตัวต้านทานคงที่ 2 ตัวอนุกรมแทนตัวต้านทานปรับค่าได้
- ตัดชิ้นส่วนของแกนเฟืองที่ทำหน้าที่หยุดมอเตอร์ (TAB STOP) ออก
- การตัดแปลงตัวต้านทานปรับค่าได้ (VR) ให้สามารถหมุนได้รอบทิศทาง (360°)

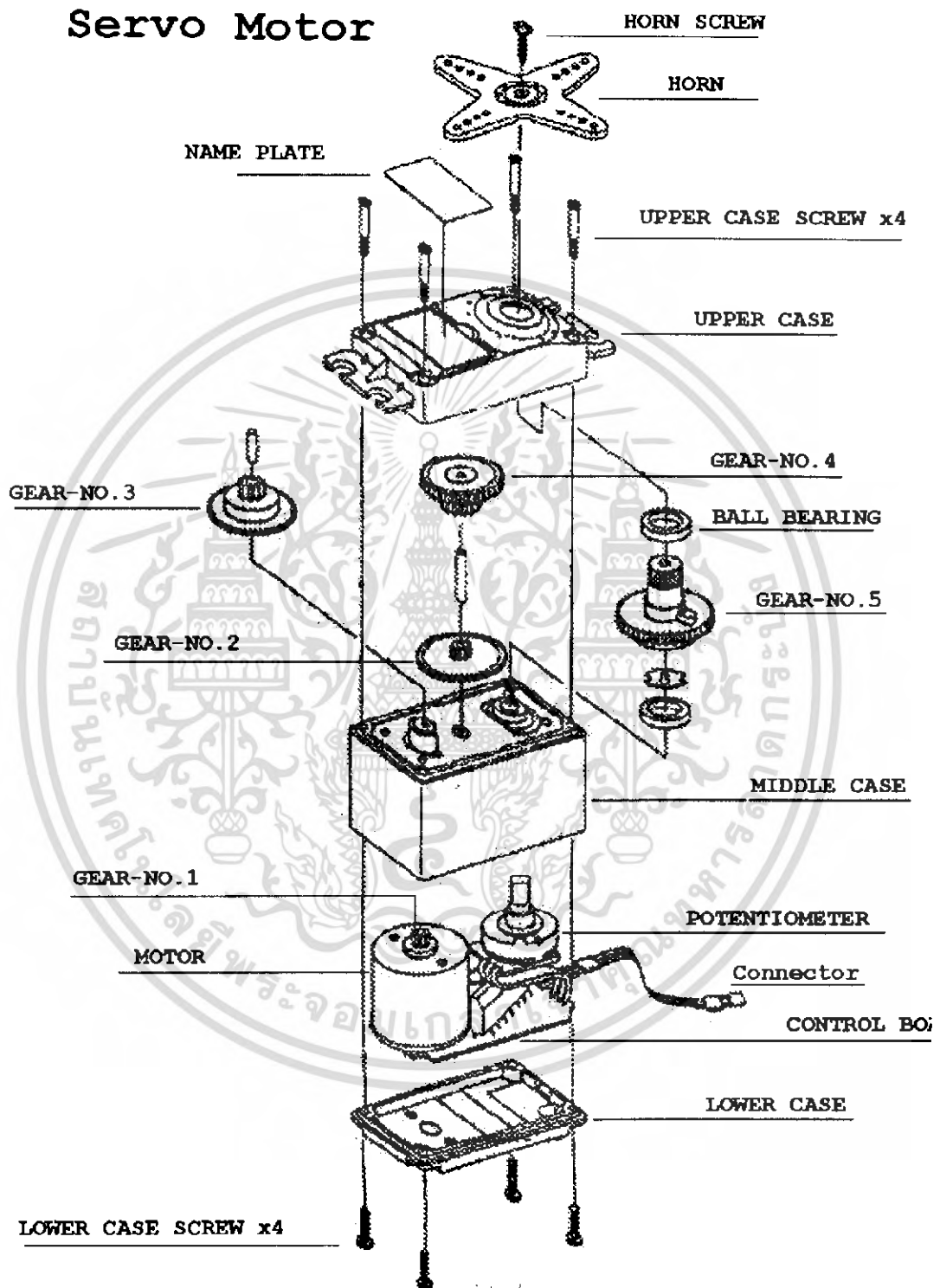
มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.3.1 ถอดชิ้นส่วนของ Servo motor ออกเป็นส่วนๆ



รูป 2.4 การปรับแต่ง Servo motor

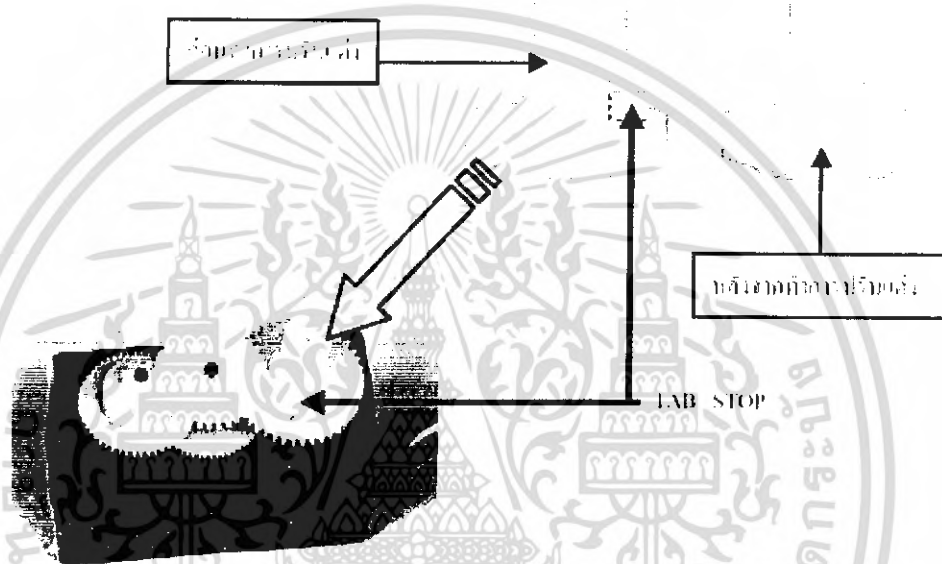
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.5 การปรับแต่ง Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

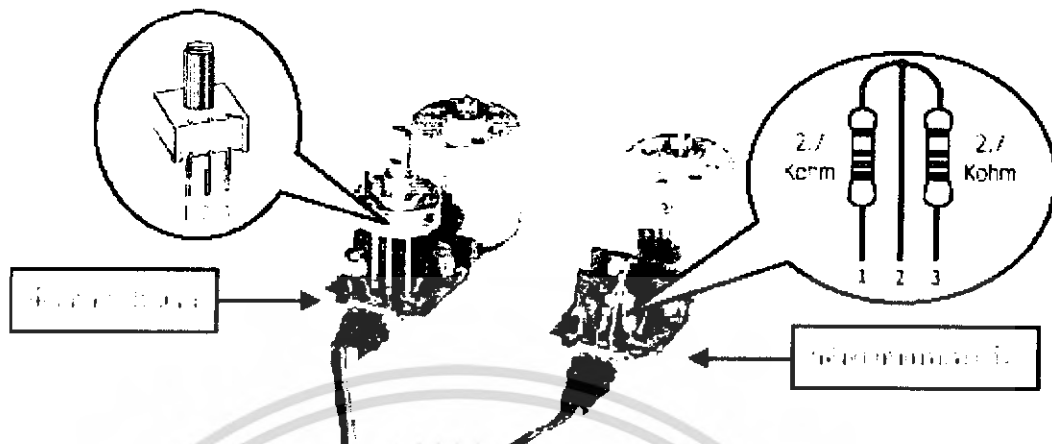
2.3.2 ตัดแกนที่ติดกับเฟือง (TAB STOP) ออกโดยแกนนี้มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้มอเตอร์หมุนเกินมุม 180 องศาทั้งนี้เพื่อ ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับตัวด้านทานปรับค่าได้เนื่องจาก ตัวด้านทานชนิดปรับค่าได้ ไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ดังนั้นเพื่อให้มอเตอร์หมุนเป็นวงรอบได้จึงต้องตัด TAB STOP ในส่วนนี้ออกดังรูป



รูป 2.6 ตัดแกนที่ติดกับเฟือง

2.3.3 ถอดตัวด้านทานปรับค่าได้ (VR) ออก แล้วใส่ตัวด้านทานชนิดค่าคงที่ 2 ตัวที่ต่ออนุกรมกันเข้าไปแทนในตำแหน่งของตัวด้านทานปรับค่าได้ โดยตัวด้านทานชนิดค่าคงที่ที่นำมาต่อนี้จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 2.2 k ถึง 3.3 k ทั้งนี้เนื่องจากตัวด้านทานชนิดปรับค่าได้ที่อยู่ในบอร์ดควบคุมของ Servo motor นั้นจะมีค่าความต้านทาน 5 k ดังนั้น จึงต้องนำตัวด้านทานค่าคงที่มาต่ออนุกรมกันเพื่อให้ได้ค่าความต้านทานใกล้เคียงกับของเดิม ดังรูปต่อไป

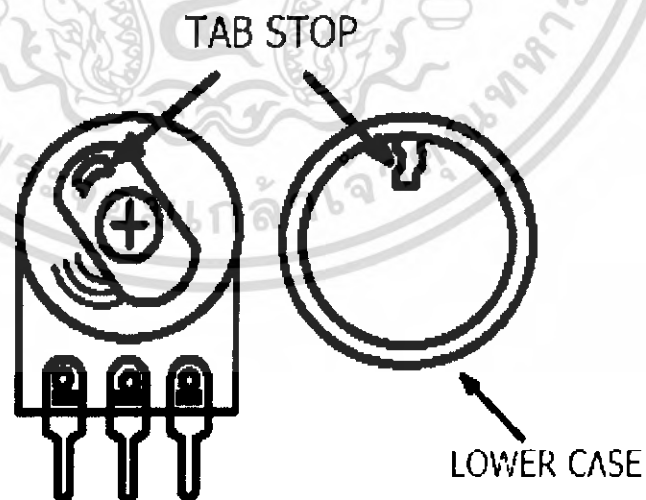
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.7 ถอดตัวต้านทานปรับค่าได้

2.3.4 ถึงแม้ว่าเราจะถอดตัวต้านทานปรับค่า (VR) ออกจากวงจรแล้วก็ตาม แต่เนื่องจากเรายังคงต้องใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้นี้ไปเป็นแกนหมุนของมอเตอร์อยู่ ซึ่งตัวต้านทานปรับค่านี้ จะไม่สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ ทำให้เราต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลงบางส่วนของตัวต้านทานเพื่อให้ตัวต้านทานสามารถหมุนรอบตัวเองได้ เพื่อที่จะได้ไม่ไปขัดขวางการหมุนของมอเตอร์ซึ่งทำได้โดย

- ถอดชิ้นส่วนของตัวต้านทานปรับค่าออก



รูป 2.8 ถอดชิ้นส่วนของตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวด้านทานปรับค่าในมอเตอร์แต่ละรุ่นนั้น อาจจะใช้ไม่เหมือนกัน แต่จะมีหลักการเดียวกัน โดยจะมี แท๊ป ที่ทำหน้าที่หยุดการหมุนของตัวด้านทานอยู่ ให้เราทำการตัดส่วนนี้ออก แล้วทดลองหมุนแกนของตัวด้านทานปรับค่า ถ้าสามารถหมุนรอบตัวเองได้ก็ทำการประกอบตัวด้านทานเข้าไว้เหมือนเดิม แต่ถ้ายังหมุนเป็นวงรอบไม่ได้ก็ให้พิจารณาว่ามีชิ้นส่วนใดที่ยังขัดขวางการหมุนของตัวด้านทานอยู่ เมื่อพบก็ให้เอาออก หรือ ทำลายได้เลยโดยไม่ต้องสนใจว่าจะทำให้ตัวด้านทานนี้พังเพราะเราไม่ได้ใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานนี้อีกแล้วนอกจากใช้เป็นแกนหมุนของเฟืองเท่านั้น

- จากนั้นตัดหรือพับขาของตัวด้านทานปรับค่า (VR) เพื่อป้องกันไม่ให้ขาของตัวด้านทานดังกล่าวไปช็อดกับแผงวงจรควบคุม

2.3.5 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าที่เดิม และ เพื่อความปลอดภัยในการประกอบตัวด้านทานปรับค่า (VR) ลงในกล่องของ Servo motor ควรหาฉนวนรองตรงส่วนของขาที่เป็นโลหะของตัวด้านทานด้วยเพื่อไม่ให้ไปช็อดกับส่วนอื่น ๆ ในแผงวงจรควบคุม เพียงเท่านั้นมอเตอร์ของเราจะสามารถหมุนเป็นวงรอบ 360 องศาได้แล้ว และ ในการนำไปใช้งานจะต้องระวังเรื่องของโหลดที่นำมาต่อกับมอเตอร์ เพราะหากนำมอเตอร์ไปขับ หรือ ยกโหลดที่มีน้ำหนักมากเกินไป อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับเฟือง หรือ เกียร์ต่างๆ ของมอเตอร์ได้

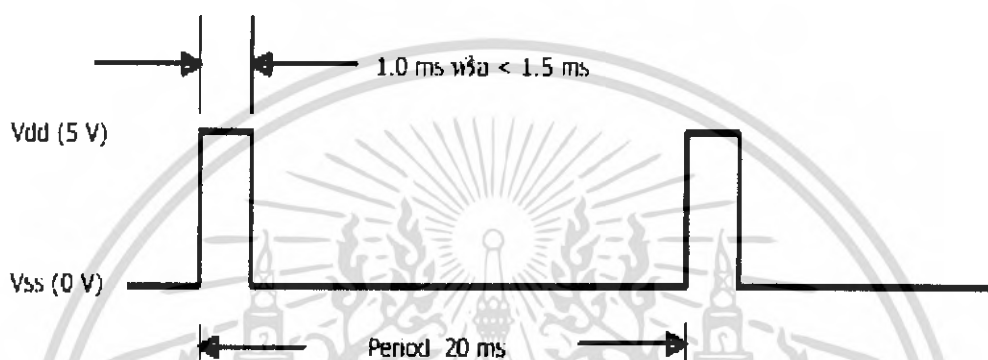


รูป 2.9 ประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าที่เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

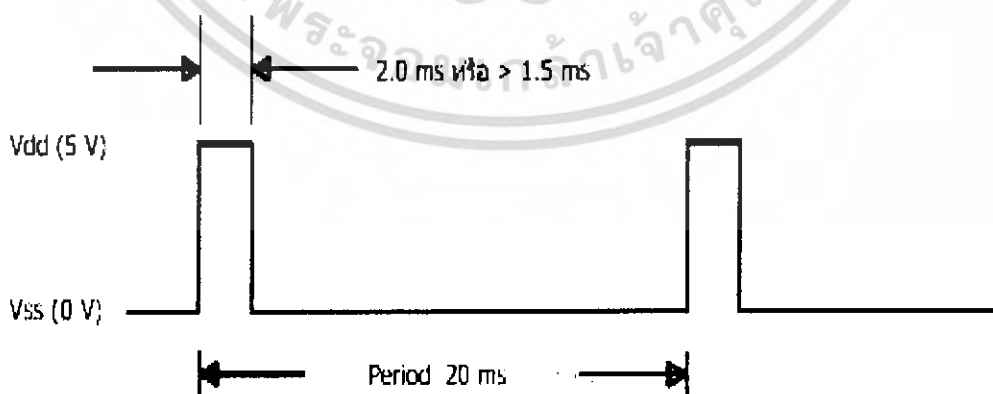
หลังจากเราได้ทำการปรับแต่งการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ให้สามารถหมุนเป็นวงรอบได้ แล้ววิธีในการควบคุมให้มอเตอร์หมุนจะมีลักษณะดังนี้

- การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านซ้ายจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดความกว้างพัลส์ 1 ms หรือ ให้น้อยกว่า 1.5 ms โดยจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์นี้ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วงประมาณ 20ms – 30ms)



รูป 2.10 ความกว้างพัลส์

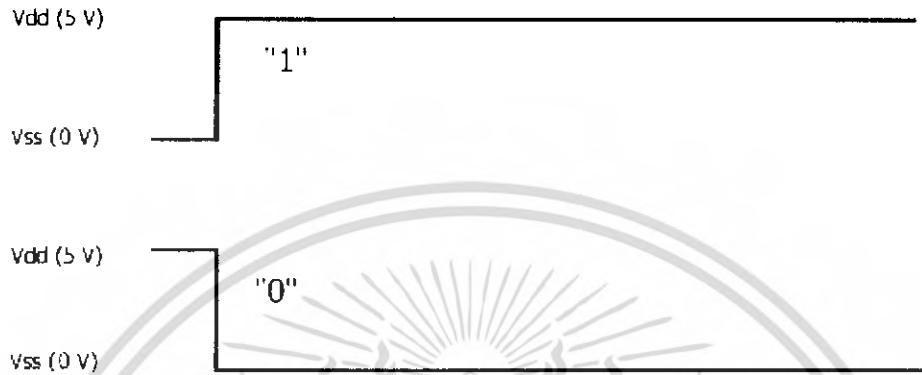
- การควบคุมให้มอเตอร์หมุนทางด้านขวาจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดความกว้างพัลส์ 2 ms หรือ ไม่นต่ำกว่า 1.5 ms และจะต้องป้อนสัญญาณพัลส์นี้ทุกๆ 20 ms (หรือในช่วงประมาณ 20ms – 30ms) เช่นกัน



รูป 2.11 ความกว้างพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน ทำได้โดยการส่งลอจิก “0” หรือ “1” ให้กับมอเตอร์ หรือก็คือการไม่จ่ายสัญญาณพัลส์ให้กับมอเตอร์นั่นเอง



รูป 2.12 การควบคุมให้มอเตอร์หยุดหมุน

#### 2.4 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

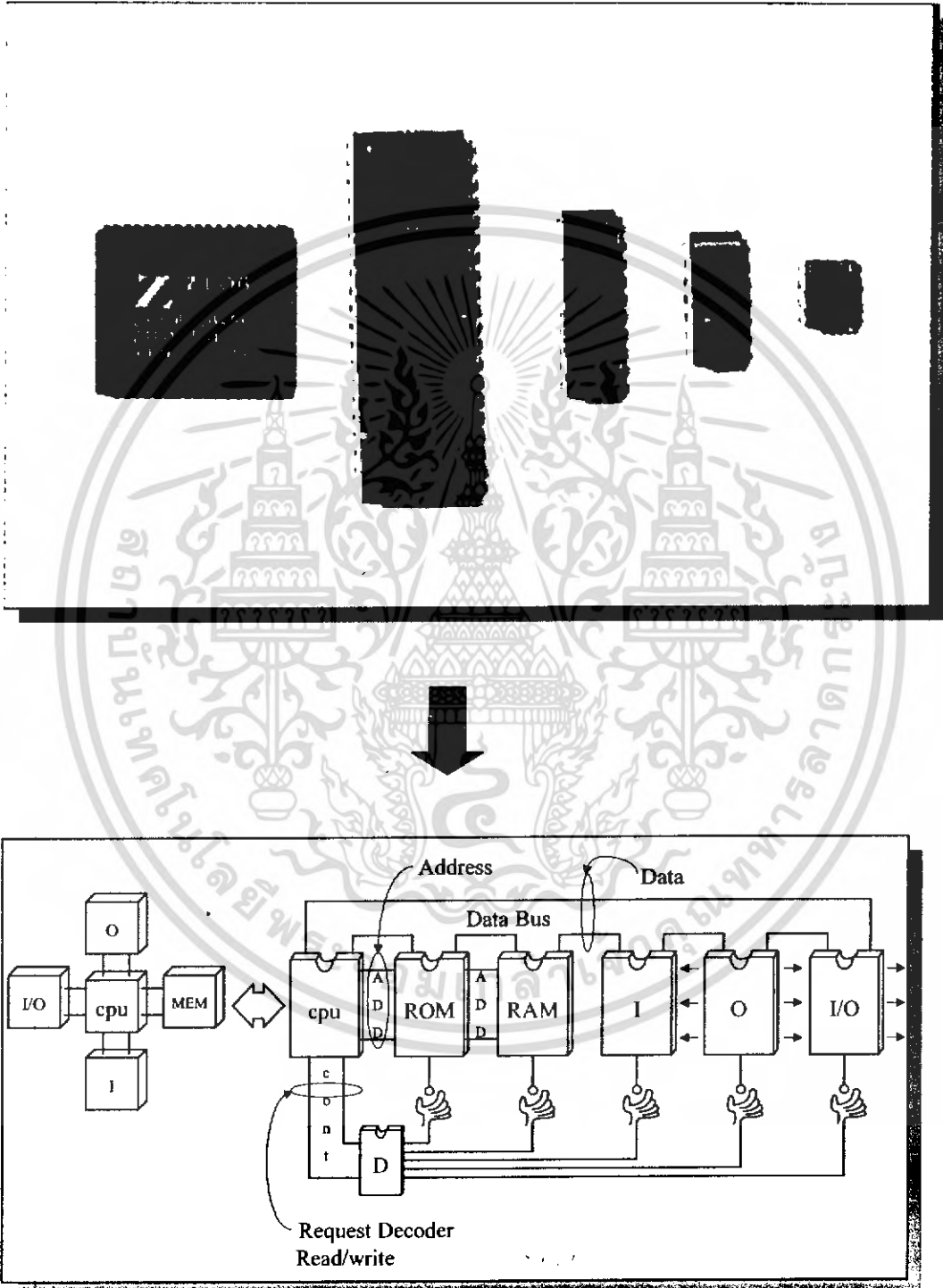
ไมโครคอนโทรลเลอร์ ในปัจจุบันมีตัวกันอยู่หลายตระกูล ซึ่งในที่นี้จะยกตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน Servo motor กับไมโครคอนโทรลเลอร์บางตระกูลเท่านั้น ดังนี้คือ

- PIC
- AVR
- MCS 51
- Motorola
- Z80
- BASIC STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

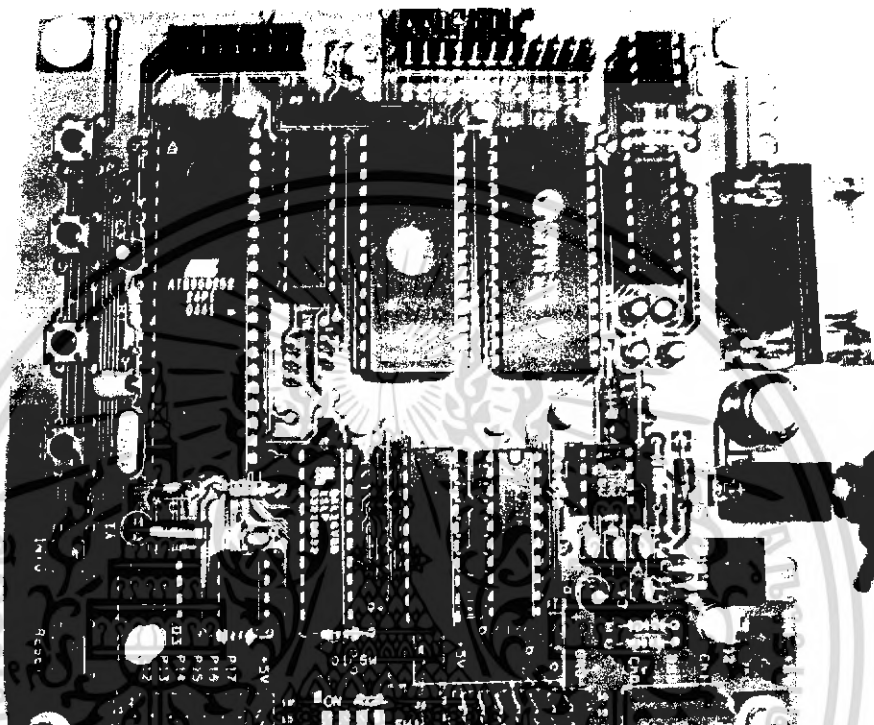
2.5 Microcontroller MCS 51

2.5.1 Introduction to Microcontroller (MCS-51)



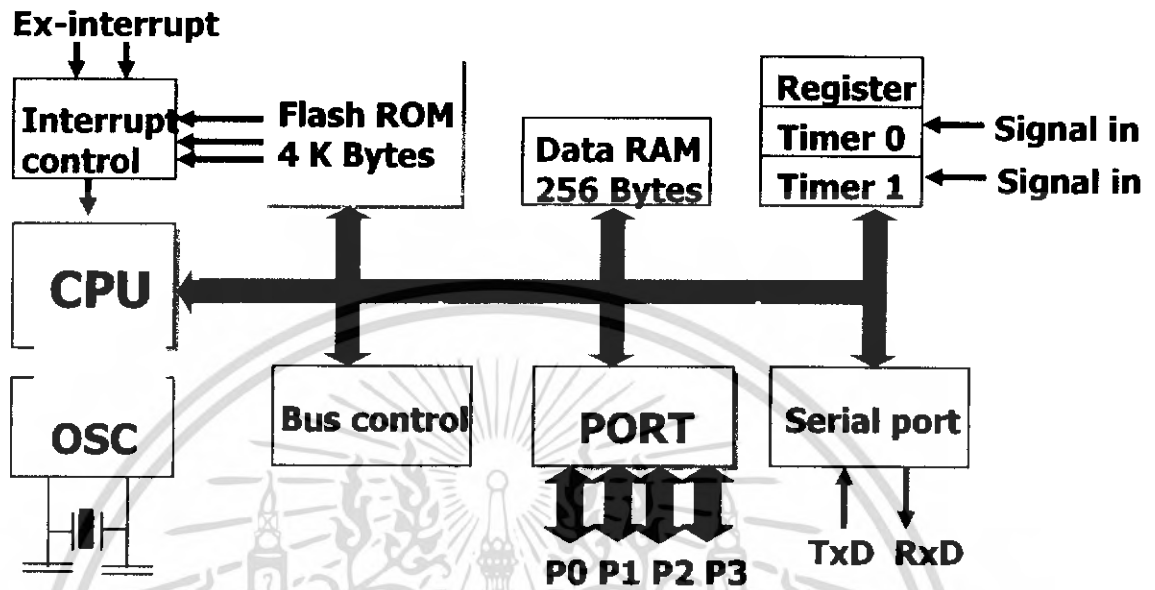
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

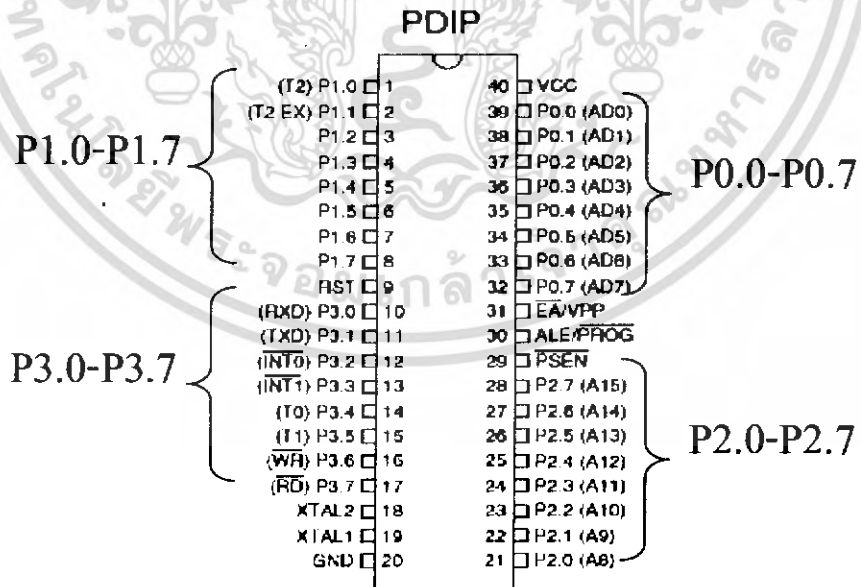
**62298**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 AT89C51 (Atmel Corp.)



2.5.3 AT89C51 Pin - out



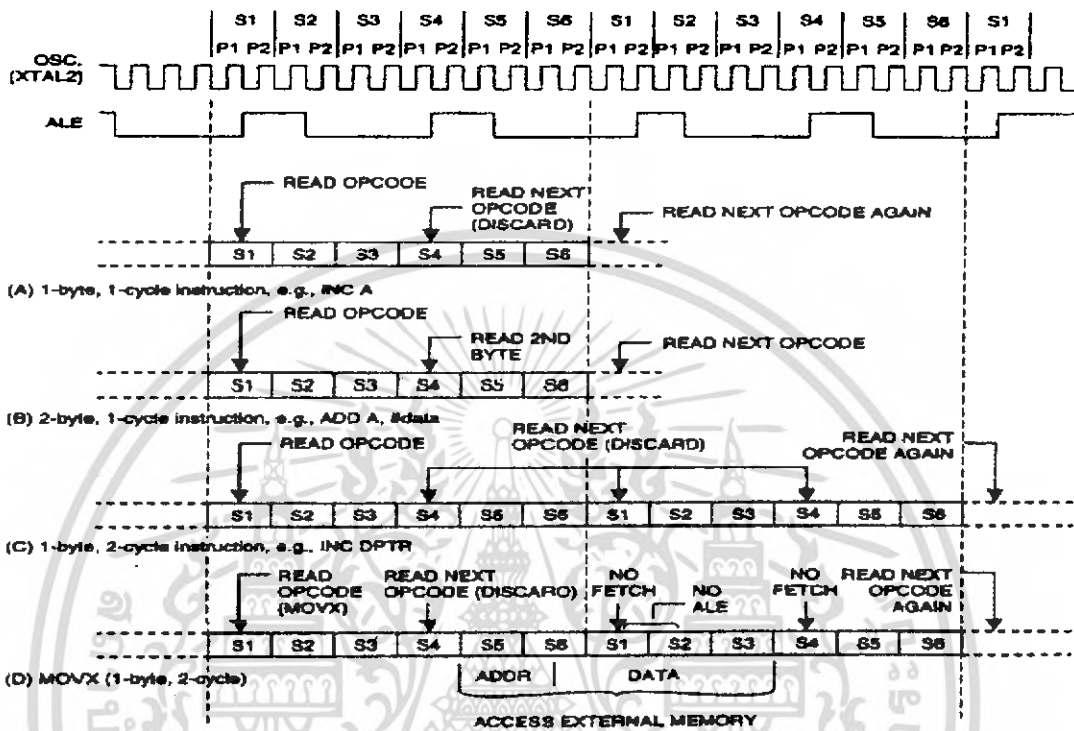
XTAL2,1    EA/VPP    ALE/PROG    PSEN

Pin-out Port P0,P1,P2,P3

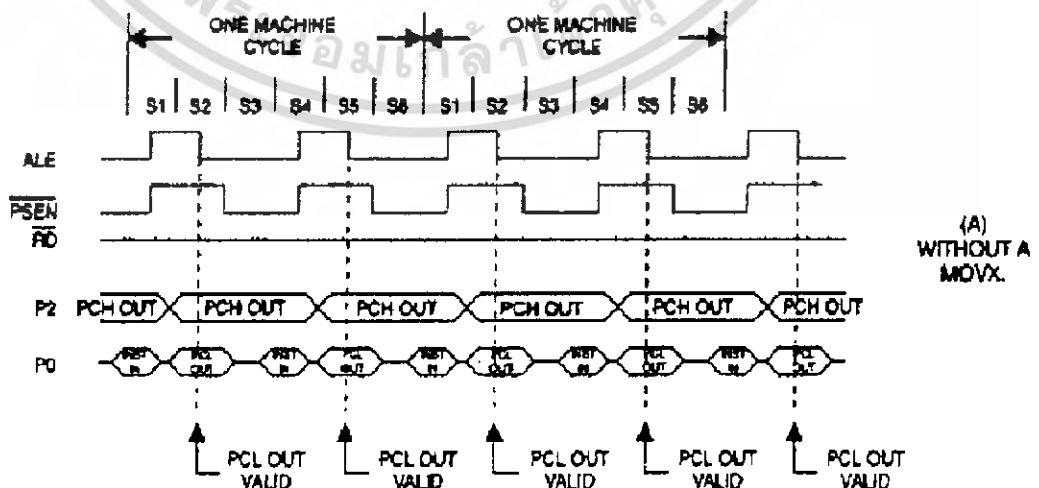
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 จังหวะการทำงานของ MCS-51

(Fetch and Execute)

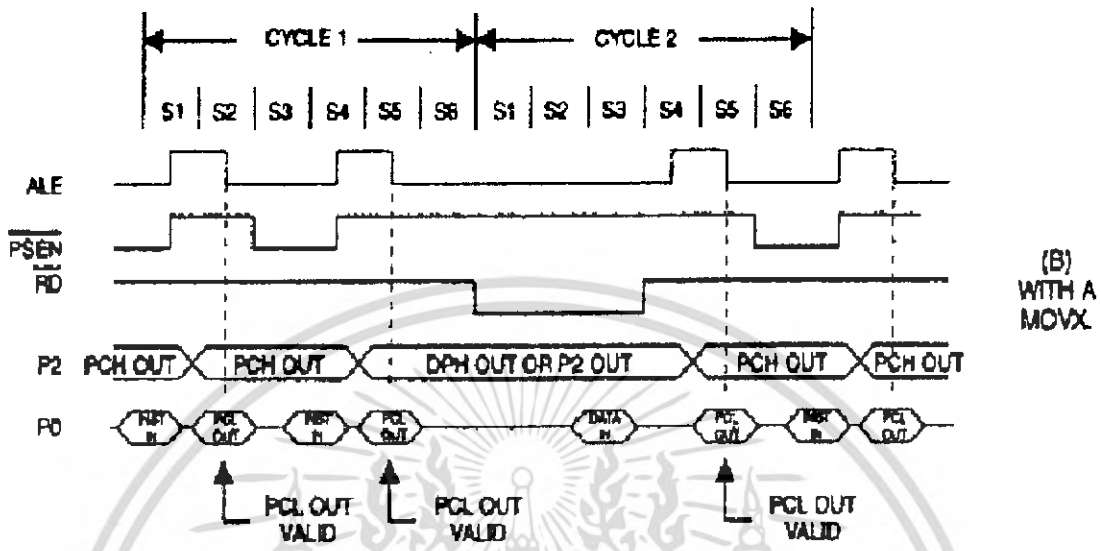


2.5.5 จังหวะการทำงานของ MCS-51 เมื่อกระทำกับหน่วยความจำภายใน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.6. จังหวะการทำงานของ MCS-51 เมื่อกระทำกับหน่วยความจำภายนอก



2.5.7. การจัดหน่วยความจำของ MCS-51

● ROM(Read Only Memory)

EPROM, EEPROM (2716, 2732,..27256)

32KBbytes

Address bus

OE  
CE

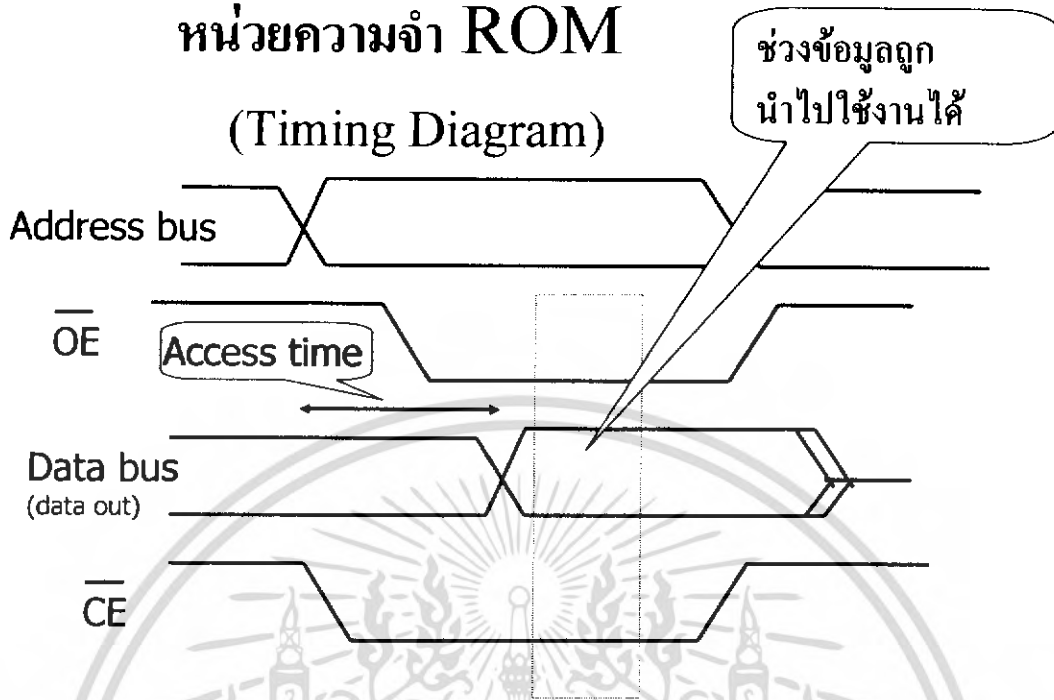


Data bus (8 Bits)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# หน่วยความจำ ROM (Timing Diagram)

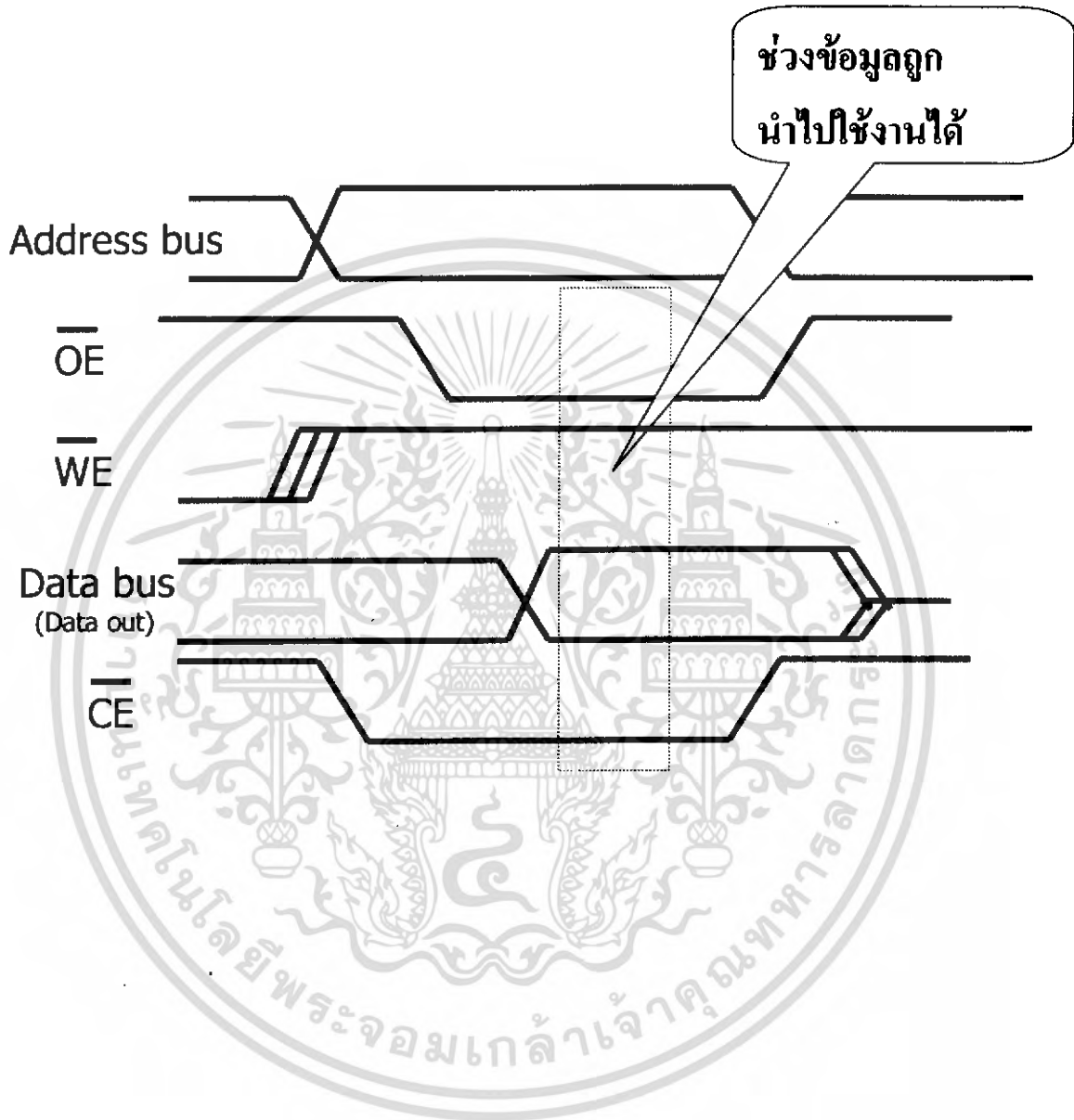


## RAM(Random Access Memory)



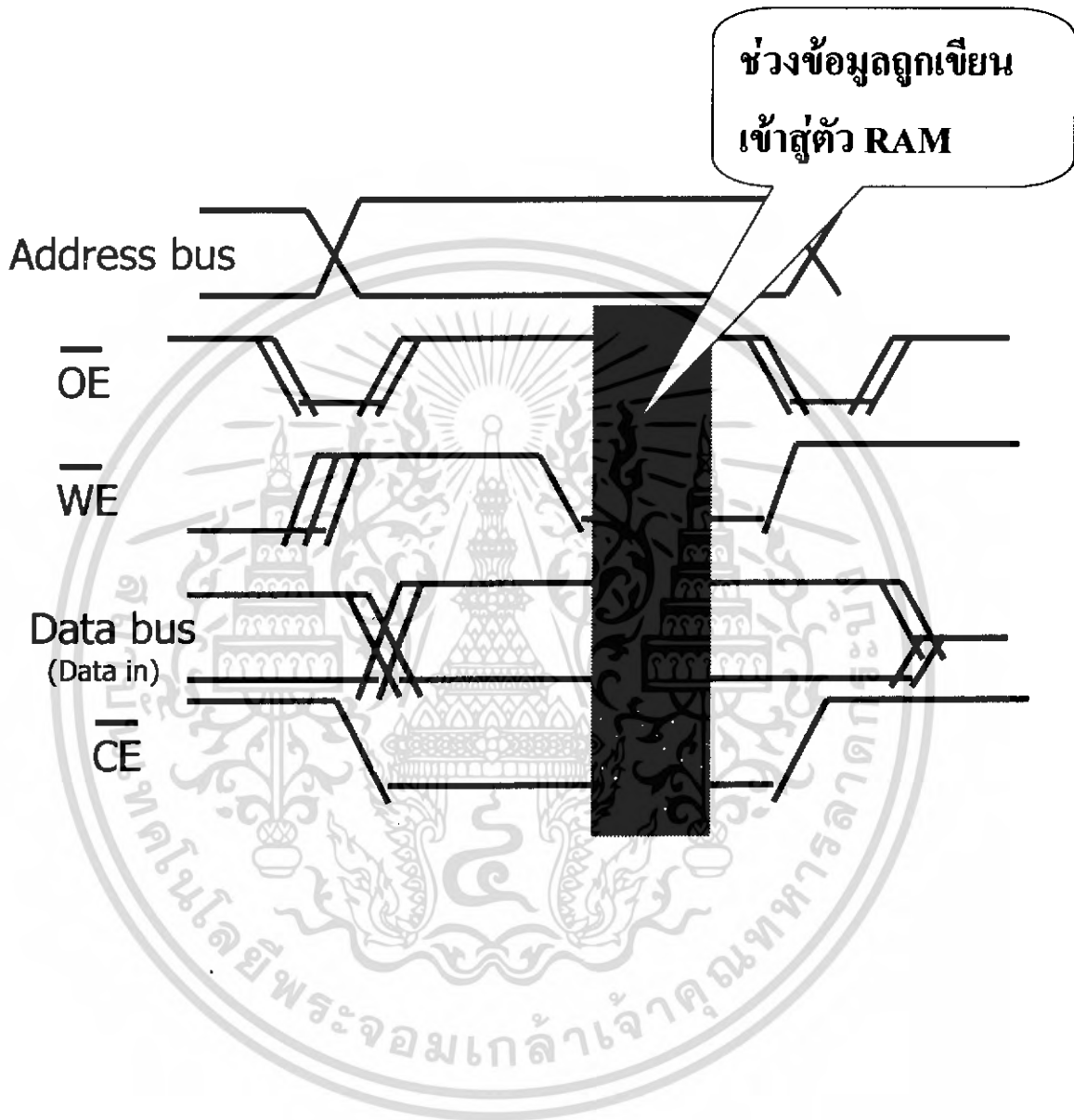
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน่วยความจำ RAM (Read Timing)



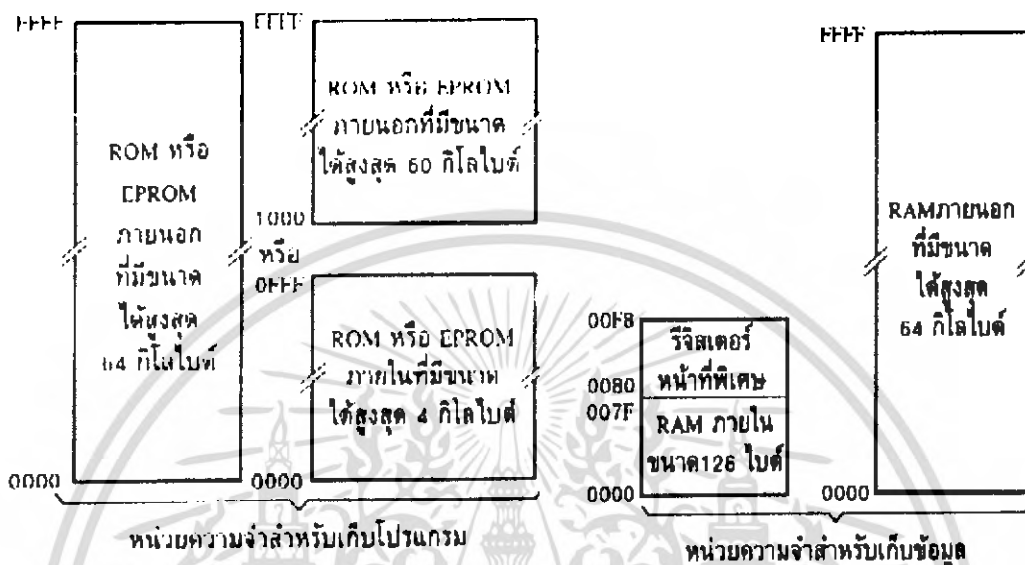
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำ RAM  
(Write Timing)

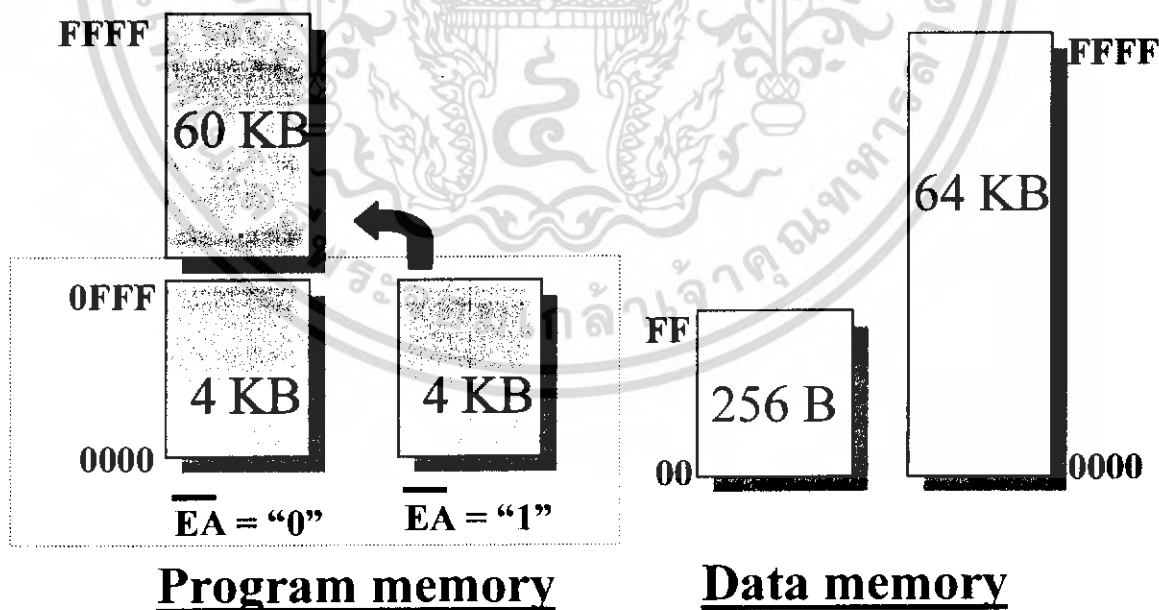


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### AT89C51 Memory system

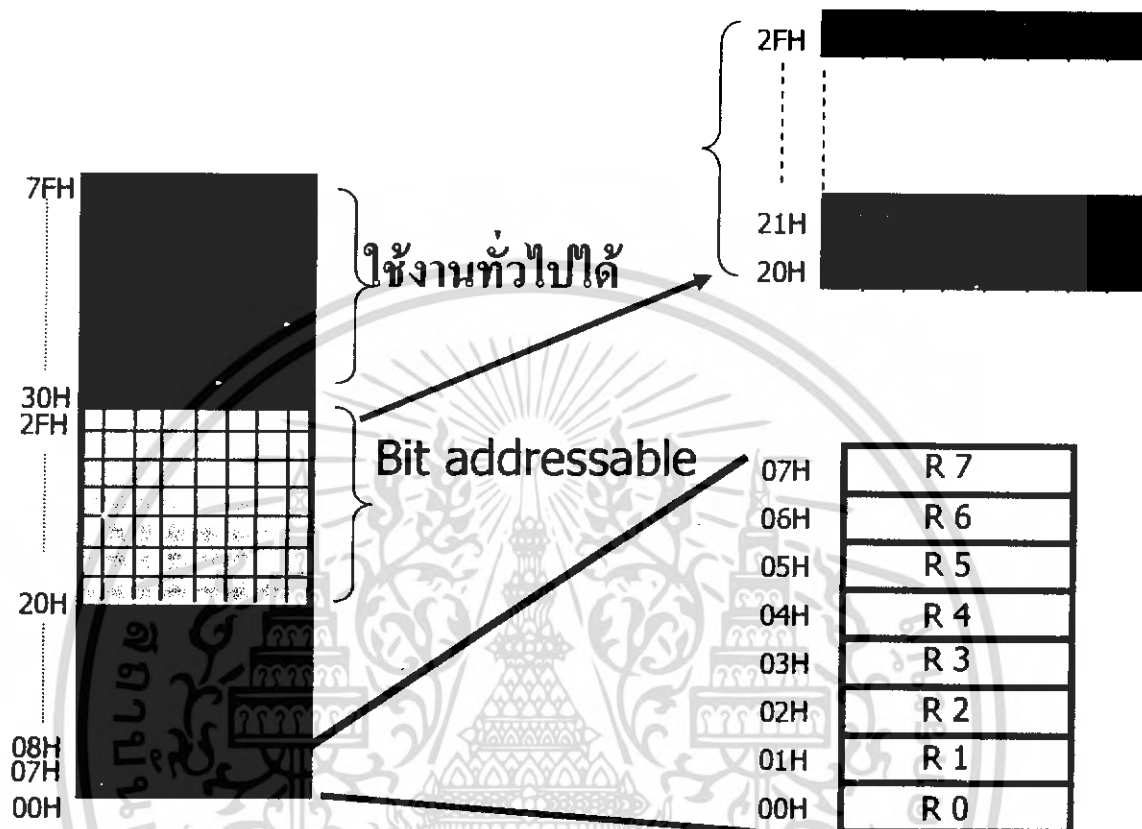


AT89C51 Memory system



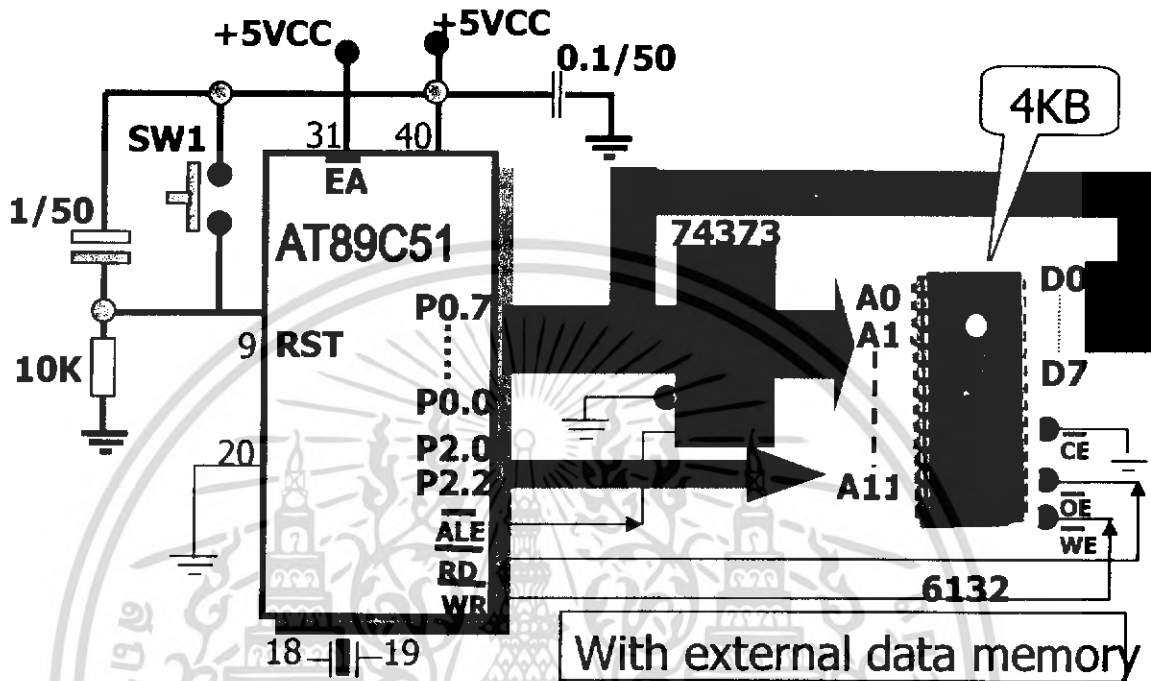
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Internal Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Fundamental Circuit



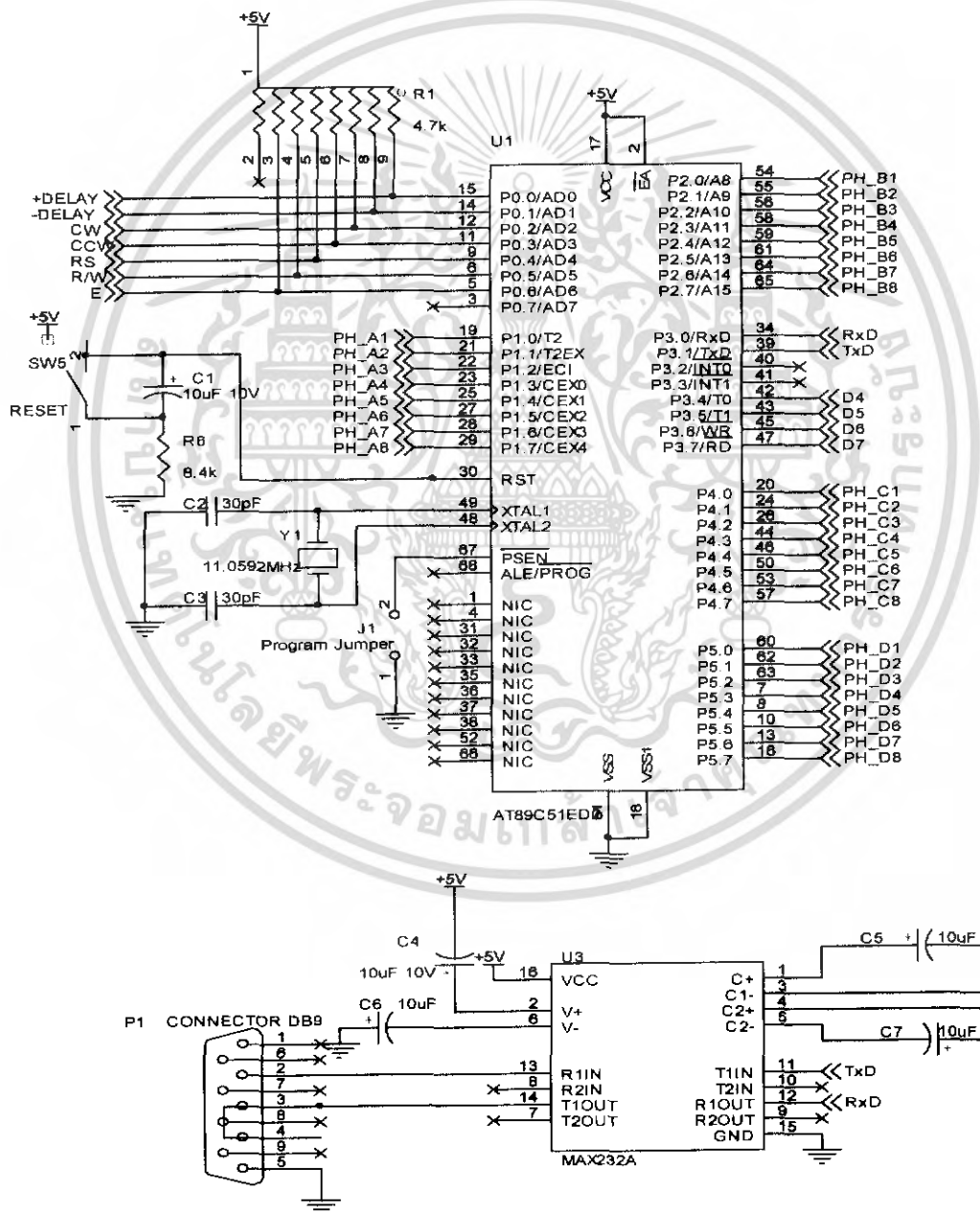
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## วิธีการดำเนินงานวิจัย

### 3.1 สร้างบอร์ดทดลอง/บอร์ดอัดโปรแกรม

3.1.1 วงจรบอร์ดทดลองการใช้งาน serial communication แบบ RS232 ระหว่าง mcs-51 กับ computer ทดลองครั้งนี้ใช้ mcs-51



รูป 3.1 วงจรบอร์ดทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้เอาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2 ออกแบบการทำหุ่นยนต์และการขึ้นโครงหุ่นยนต์
- 3.3 ออกแบบการติดต่อและควบคุมหุ่นยนต์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs51 กับ คอมพิวเตอร์ในการเขียน Software สั่งงานควบคุมมอเตอร์ SERVO
- 3.4 เริ่มประกอบหุ่นยนต์โดยใช้ SERVO MOTOR โดยทำจากขาหุ่นยนต์แล้วค่อยทำลำตัวและ แขนหุ่นยนต์ตามลำดับ
- 3.5 ทดสอบหุ่นยนต์รวมทั้งแก้ปัญหาในการทำหุ่นยนต์
- 3.6 ทดสอบการทำงานทั้งระบบ



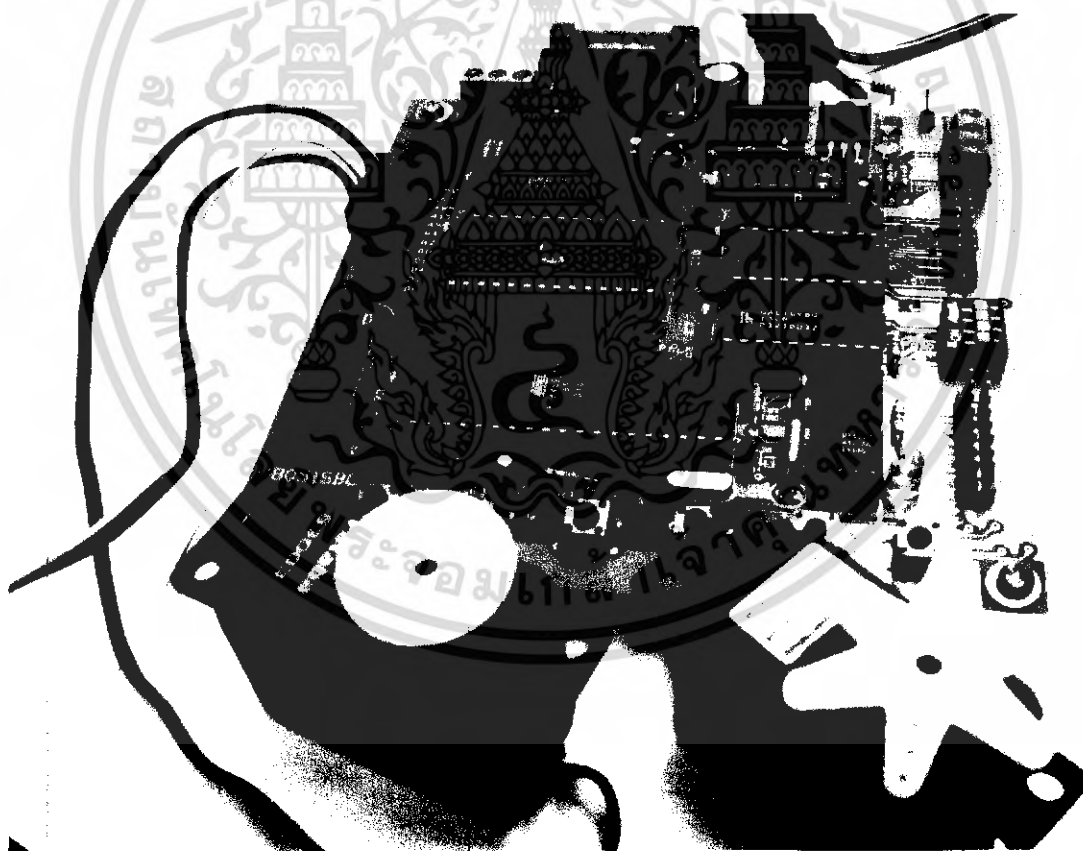
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและอภิปรายผล

#### 4.1 การทดลองโปรแกรม

หลังจากได้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของแผงวงจร 8051 SBC เกี่ยวกับการติดต่อ Servo motor เพื่อที่จะสามารถหมุนต่าง ๆ ของ servo motor โดยค่ามุมนั้นจะขึ้นอยู่กับ pulse ที่เราส่งเขาไป โดยในส่วนของค่า pulse นั้นเรากำหนดมาแล้วนำมาเขียนโปรแกรมแล้วให้ mcs51 ส่ง plus สั่งให้ servo motor หมุนตามมุมที่เราต้องการ โดยขั้นแรกเราเขียนโปรแกรมแล้วทำการทดลองในบอร์ดทดลอง 8051 SCB ก่อนเพราะมีความสะดวกมากกว่า



รูปที่ 4.1 บอร์ดทดลอง 8051 SCB กับ servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจาก โครงการพิเศษนี้เป็น โครงการเกี่ยวกับการคำนวณหาค่า pulse ซึ่งเราจะใช้ตัว timer ของ mcs51 ในการสร้าง pulse ดังนั้น จะยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมโดยใช้ timer ใน mcs51 สร้าง pulse เพื่อใช้ในการบังคับ servo motor หมุนในมุมต่าง โดยในที่นี้เราจะสร้าง pulse เท่ากับ 2 ms

```

pwm2_0: orl   tmod,#01h
        mov   th0,#0f8h
        mov   tl0,#97h
        setb  p1.7
        setb  p1.0
        setb  tr0
        jnb  tf0,$
        clr   tf0
        mov   th0,#0bfh
        mov   tl0,#32h
        clr   p1.7
        clr   p1.0
        setb  tr0
        jnb  tf0,$
        clr   tf0
        clr   tr0
ret

```

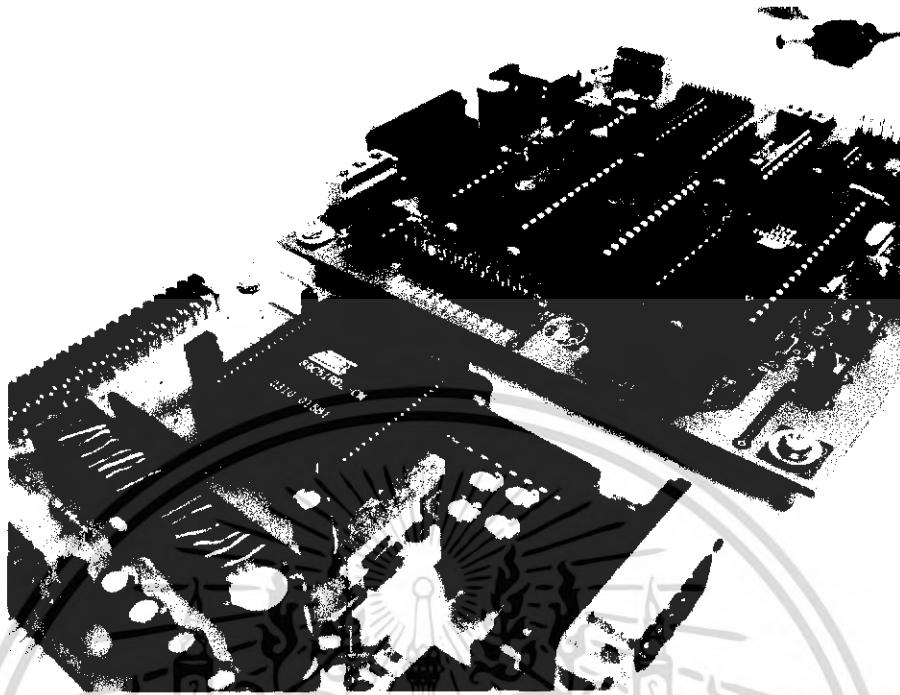
โดยเราให้ period เท่ากับ 20 ms เพราะ ฉะนั้นจะเท่ากับว่า  $20\text{ms} - 2\text{ms} = 18\text{ms}$

โดยให้เป็นลอจิก “1” เป็นเวลา 2 ms และให้เป็นลอจิก “0” เป็นเวลา 18ms

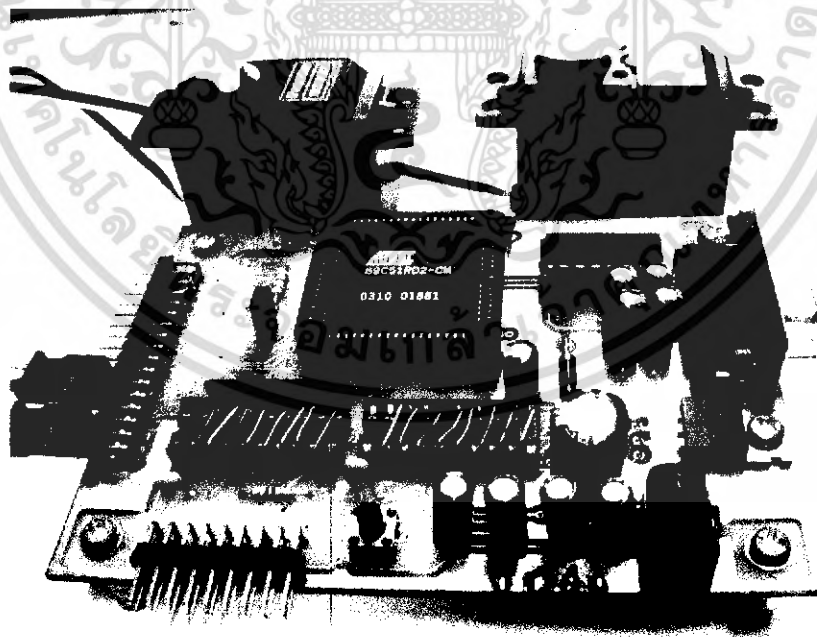
เมื่อเราทำการทดลองบนบอร์ด 8051 SCB เราจึงเอาโปรแกรมที่ได้มาทำการ โปรแกรม

ลงบนบอร์ดที่จะใช้งานจริงโดยเราใช้ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs-51 เบอร์ 80C51RD2 ที่เป็นแบบ flash memory สามารถลงโปรแกรมแล้วทำการลบใหม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ทางด้านซ้ายมือคือบอร์ดทดลอง ที่ใส่ไมโครคอนโทรลเลอร์ mcs-51  
เบอร์ 80C51RD2



รูปที่ 4.3 บอร์ด 89C51RD2 กับ servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 สูตรในการคำนวณค่าพัลส์

### การโปรแกรมเป็นตัวจับเวลา

MCS 51 มีรีจิสเตอร์ตัวจับเวลาอยู่สองตัวเรียกว่า Timer 0 และ Timer 1 ทั้งสองตัวจะเป็นรีจิสเตอร์แบบ 16 บิต

#### 1. สัญญาณนาฬิกาของไทมเมอร์

ตัวไทมเมอร์นี้จะทำการนับสัญญาณนาฬิกาที่ถูกส่งเข้ามา ถ้า (Clock/Timer) C/T = 0 จะนับสัญญาณนาฬิกาในระบบที่ได้จากความถี่ของ Crystal ที่ต่อกับ MCS 51 หากด้วย 12 ถ้าหาก MCS 51 ทำงานด้วยความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz และ ให้ไทมเมอร์ทำงานเป็นตัวจับเวลาจะทำให้สัญญาณที่เข้าสู่ไทมเมอร์มีความถี่เท่ากับ 1 MHz โดยทั่วไปแล้วระบบที่ใช้ MCS 51 ในปัจจุบันจะใช้ XTAL ที่มีความถี่ตั้งแต่ 10 MHz ถึง 40 MHz แต่บางระบบจะต้องใช้ความถี่ 11.0592 MHz เพื่อให้สามารถสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

- ในการทดลองเราใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่เข้าสู่ไทมเมอร์ ถ้าหาก MCS 51 ใช้ XTAL ที่มีความถี่ 11.0592 MHz

วิธีทำ

$$1/12 \times 11.0592 \text{ MHz} = 921.6 \text{ MHz} \text{ และ } T = 1/921.6 \text{ MHz} = 1.085 \text{ us}$$

#### 2. การคำนวณค่าสำหรับโหลดเข้าไทมเมอร์

การที่จะให้ไทมเมอร์ทำการหน่วงเวลาหรือจับเวลาตามที่ต้องการนั้น จะต้องโหลดค่าให้รีจิสเตอร์ TH และ TL โดยค่าในรีจิสเตอร์จะขึ้นกับความถี่สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในระบบด้วย ถ้าหาก 8051 ทำงานที่ความถี่ 11.0592 MHz การคำนวณค่าในรีจิสเตอร์สามารถทำได้ดังนี้

1. หาค่าเวลาที่ต้องการจับเวลาด้วยค่า 1.085 us
2. คำนวณค่า 65536 - N โดย N เป็นค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 1
3. แปลงค่าที่ได้จากขั้นตอนที่สองเป็นเลขฐานสิบหกในรูปของ yyxx ซึ่งเป็นค่าที่จะโหลดให้กับรีจิสเตอร์ไทมเมอร์
4. กำหนดค่า TL = xx และ TH = yy

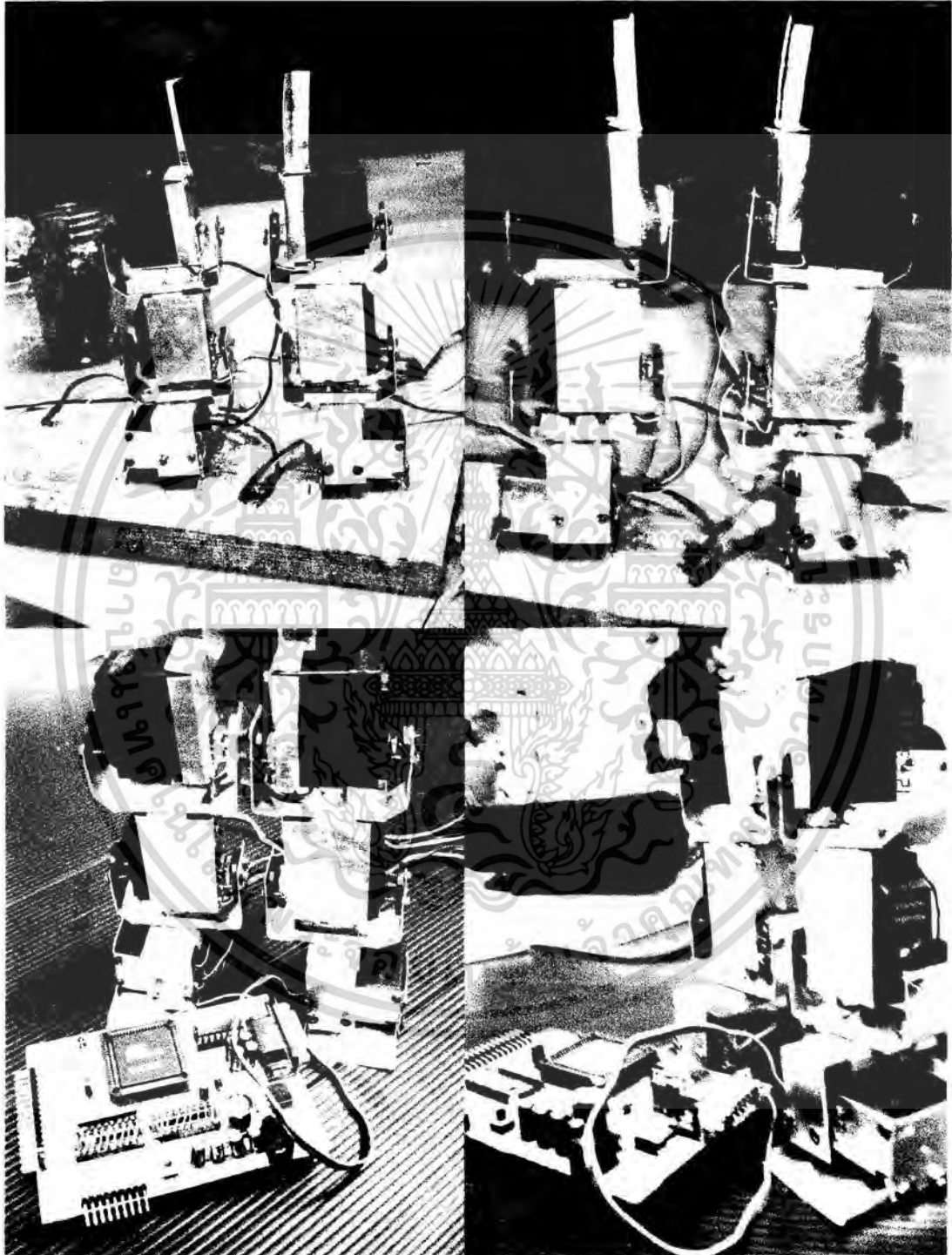
## 4.2.1 ตารางคำนวณค่าพัลส์

ความกว้างพัลส์	เลขฐาน 16 ของความกว้างพัลส์	Period ลบด้วย ความกว้างพัลส์	เลขฐาน 16 ของPeriod ลบด้วยความกว้างพัลส์
0.1 ms	FFA4	19.9 ms	B858
0.2 ms	FF48	19.8 ms	B8B7
0.3 ms	FEEC	19.7 ms	B913
0.4 ms	FE8F	19.6 ms	B96F
0.5 ms	FE33	19.5 ms	B9CC
0.6 ms	FDD7	19.4 ms	BA28
0.7 ms	FD78	19.3 ms	BA84
0.8 ms	FD1F	19.2 ms	BAE0
0.9 ms	FCC2	19.1 ms	BB3C
1.0 ms	FC66	19.0 ms	BB98
1.1 ms	FC0C	18.9 ms	BBF5
1.2 ms	FBAE	18.8 ms	BC51
1.3 ms	FB4C	18.7 ms	BCAD
1.4 ms	FAF6	18.6 ms	BD09
1.5 ms	FA9A	18.5 ms	BD65
1.6 ms	FA3D	18.4 ms	BDC2
1.7 ms	F9E1	18.3 ms	BE1E
1.8 ms	F985	18.2 ms	BE7A
1.9 ms	F925	18.1 ms	BED6
2.0 ms	F897	18.0 ms	BF32
2.1 ms	F871	17.9 ms	BF8E
2.2 ms	F814	17.8 ms	BFEA
2.3 ms	F8B8	17.7 ms	C047
2.4 ms	F755	17.6 ms	C0A3
2.5 ms	F700	17.5 ms	C0FF
2.6 ms	F6A4	17.4 ms	C15B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การประกอบหุ่นยนต์

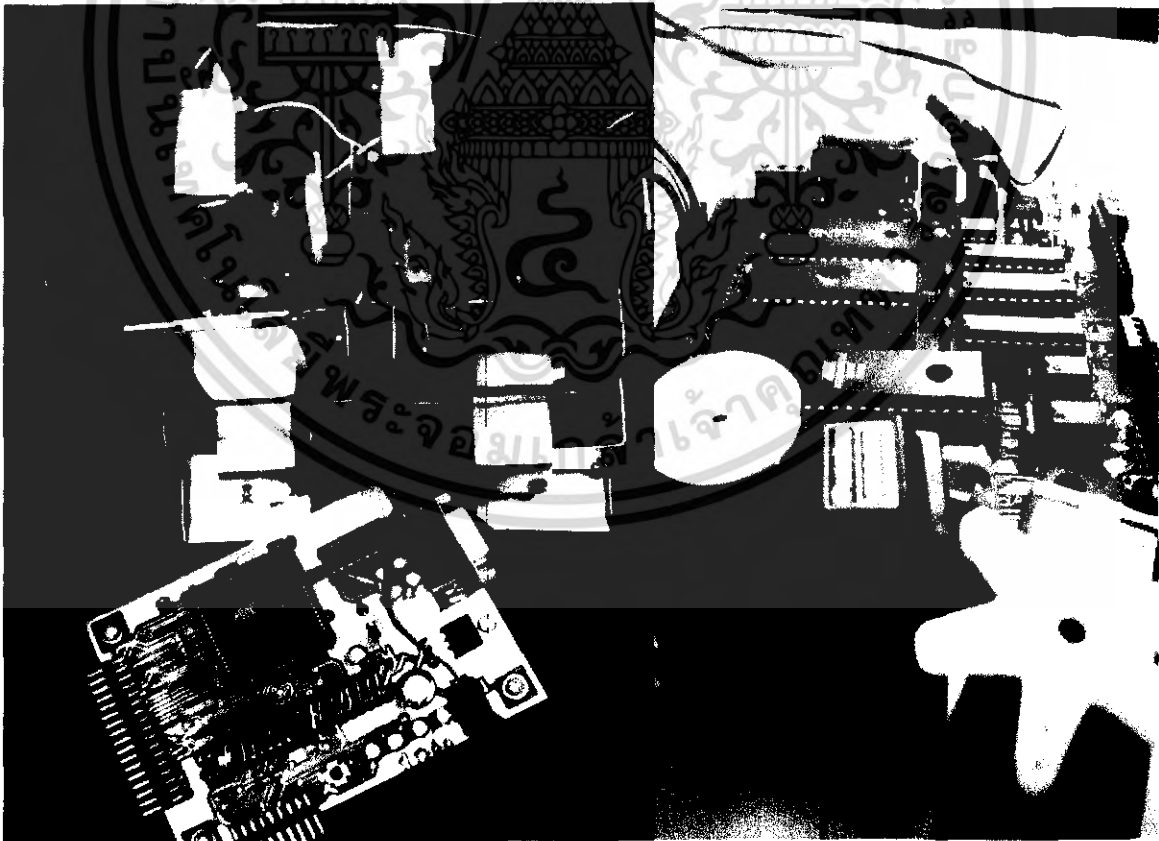


รูปที่ 4.4 การประกอบหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ขั้นตอนการทดลอง

- 1.เมื่อคำนวณความกว้างพัลส์ได้แล้ว ว่าความกว้างพัลส์เท่าไรที่ทำให้ dc servo motor หมุนไปที่องศาเท่าไร เราจะทำการเรียกค่าพัลส์ที่เราแต่ละค่าที่เราคำนวณมาใช้
- 2.นำหุ่นยนต์ที่เราประกอบเสร็จแล้วมาทำการขึ้นรูปแบบตามที่ต้องการ โดยเราจะให้ทำการขึ้นในท่าตรงก่อน ก็เท่ากับว่า dc servo motor ทั้งสิบตัวจะทำงานพร้อมกันแต่เป็นอิสระต่อกัน โดยdc servo motor แต่ละตัวจะเรียกค่าที่ต่างกันก็ได้ แต่ในท่าขึ้นจะเหมือนกันคือเรียกค่าที่ 45 องศา
- 3.นำหุ่นยนต์มาทำต่อ โดยเราเริ่มทำการก้าวขา จับหุ่นยนต์มาเริ่มก้าวเดินว่าท่าก้าวเดินจะใช้ dc servo motor ทำงานกี่ตัว แล้วใช้มุมเท่าไรแล้วบันทึกไว้ จากนั้นทำการเรียกค่าที่ dc servo motor ว่าแต่ละตัวต้องการไปมุมที่เท่าไรก็จะทำให้หุ่นยนต์สามารถก้าวเดินได้
- 4.จากข้อที่ผ่านมาทำให้เราสามารถทำให้หุ่นยนต์ไปในท่าใดก็ได้เพียงแค่ทำการคัด dc servo motor แต่ละตัวแล้วบันทึก ว่าต้องการค่าเท่าไรแล้วเราก็ทำการเรียกค่านั้นให้กับ dc servo motor
- 5.แต่ในการทดลองเมื่อเราทดลอง dc servo motor ไม่สามารถรับน้ำหนักในบางท่าได้จึงอาจทำให้เฟืองที่จับ ไม่มีแรงพอจะทำบางท่าได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

โครงการพิเศษนี้เป็นการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs-51 มาควบคุมการหมุนของ dc servo motor โดยเราให้สัญญาณที่ใช้การควบคุมเราใช้สัญญาณ พัลส์วิดมอด(PWM) แบบ TTL แรงดันที่จ่ายอยู่ในช่วงประมาณ 4-5 โวลต์ โดยการที่ dc servo motor หมุนนั้นจะเป็นมุมมองสาและทิศทางขึ้นอยู่กับการส่งสัญญาณ พัลส์วิดมอด(PWM) ว่าความกว้างเท่าใด ซึ่งในส่วนนี้ได้มาจากการเขียนโปรแกรมควบคุมว่าต้องการส่งผ่านความกว้างเท่าใด ส่งออกมาจากพอร์ตของตัว

ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเราใช้ dc servo motor ทั้งหมด 10 ตัว เป็นแบบ standard dc servo motor ซึ่งมีราคาถูกกว่า digital dc servo motor แต่มีความยากในการควบคุมเพราะในตัว digital dc servo motor มีโมดูลพัลส์วิดมอดอยู่ในตัวอยู่แล้วทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายแต่มีราคาแพงกว่ามาก(7เท่า) ซึ่งนี่เป็นอีกวัตถุประสงค์หนึ่งที่ได้ทำโครงการพิเศษนี้

เนื่องจากโครงการพิเศษนี้เน้นหนักไปทางการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs-51 ในการควบคุม dc servo motor ดังนั้นสิ่งที่สำคัญคือการส่งสัญญาณ พัลส์วิดมอด(PWM)แบบ TTL ไปควบคุมให้ dc servo motor หมุนให้ได้มุมมองสาและทิศทางตามที่ต้องการ

#### ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา

1. หุ่นยนต์ที่สร้างขึ้นควรจะศึกษาการใช้โปรแกรมก่อน จึงจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. เนื่องจากในปัจจุบันไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล mcs-51 มีโมดูล PCA (Programmable Counter Array) ที่สามารถใช้สร้าง พัลส์วิดมอด ได้ง่ายกว่า จึงทำให้การเขียนโปรแกรมมีความง่ายกว่า
3. หุ่นยนต์ที่สร้างยังเป็นการเคลื่อนไหวที่ถูกสร้างจากโปรแกรมอย่างตายตัว ถ้าพัฒนาให้สามารถรับคำสั่งแล้วปฏิบัติตามคำสั่งจะทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

Craig Peacock. "Interfacing the Standard Parallel Port." [Online], Available :

<http://www.beyondlogic.org/spp/parallel.htm>.2001.

Wichit Sirichote. "Build Your Own Microcontroller Projects." [Online], Available :

<http://www.kmitl.ac.th/~kswichit>.2005

Benchapol Tunhoo. ". Microcomputer Interfacing." [Online], Available :

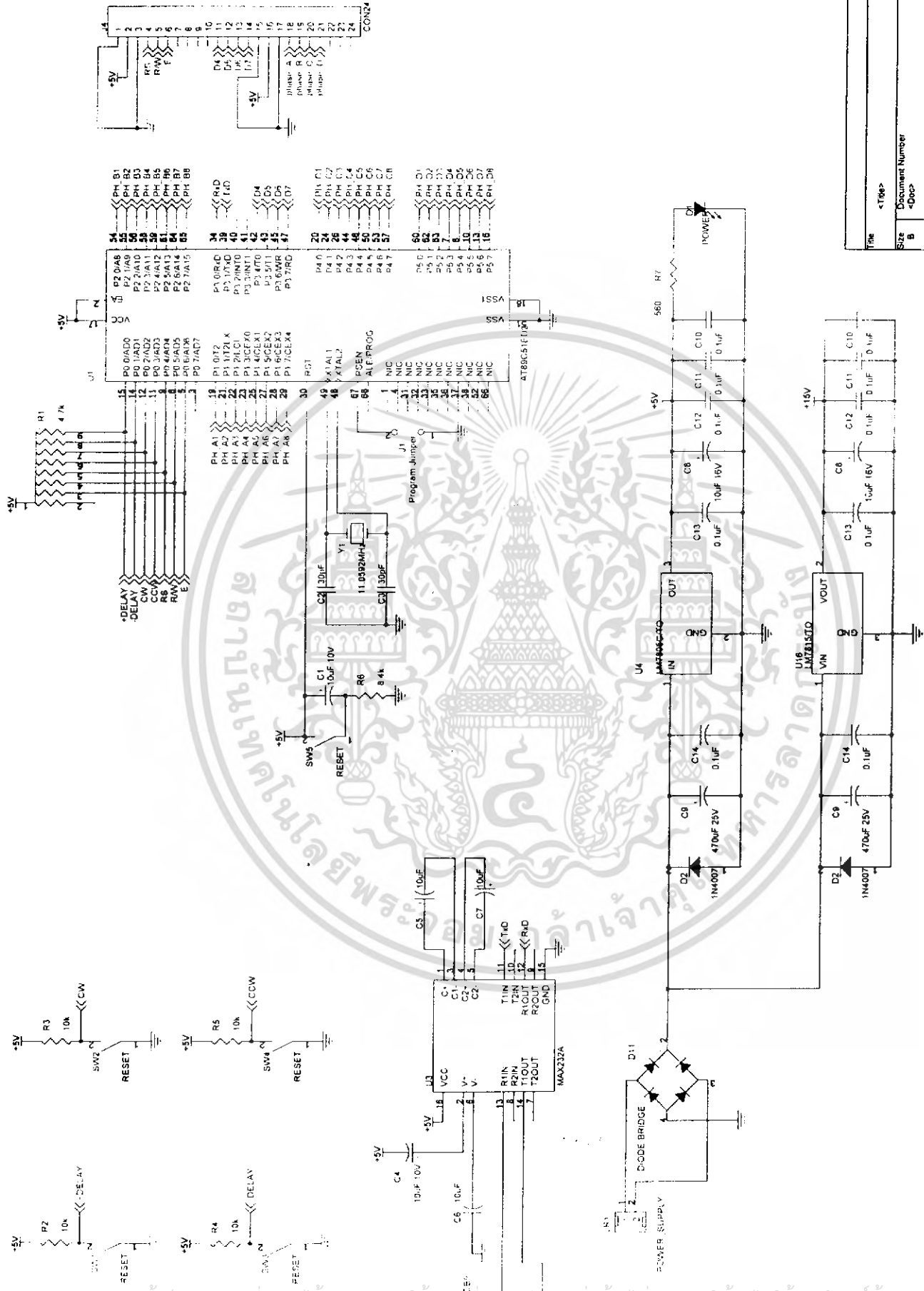
<http://www.kmitl.ac.th/~ktbencha/interfacing/index.html>.2005.

สันติ นุราช, เรียนรู้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51 ฉบับภาษา C, บริษัท ออฟเซตเพรส จำกัด  
วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล, ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ Mcs 51 ฉบับ P89C51RD2, บริษัท  
อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาเอกสารนี้อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

File	<Title>
Size	Document Number
Rev	<Doc>
Date	Thursday, January 12, 2006
Sheet	1 of 3

```

1 $mod51
2 $include (mypaulm2.equ)
3     cseg at $000h
4     jmp     main
5     org     $100h
6 main:
7     ;call   cin
8     ;call   newline
9     jmp     go
10
11
12
13 go:   mov     r1,#00h
14     mov     r1,#01h
15 go1:
16     call   pwms1_3
17     call   pwms1_4
18     call   pwms1_5
19     call   pwms1_6
20     call   pwms1_7
21     djnz   r1,go1
22
23     jmp     go
24
25
26
27
28 pwm1_1: orl    tmod,#01h
29     mov    th0,#0fch
30     mov    tl0,#0ch
31     setb  pl.3
32     setb  pl.2
33     setb  tr0
34     jnb  tf0,$
35     clr  tf0
36     mov  th0,#0bbh
37     mov  tl0,#0f3h
38     clr  pl.3
39     clr  pl.2
40     setb tr0
41     jnb  tf0,$
42     clr  tf0
43     clr  tr0
44     ret
45
46 pwm1_2: orl    tmod,#01h
47     mov    th0,#0fbh
48     mov    tl0,#0aeh
49     setb  p0.7
50     setb  p0.6
51     setb  tr0
52     jnb  tf0,$
53     clr  tf0
54     mov  th0,#0bch
55     mov  tl0,#51h
56     clr  p0.7
57     clr  p0.6
58     setb tr0
59     jnb  tf0,$
60     clr  tf0
61     clr  tr0
62     ret
63 pwm1_3: orl    tmod,#01h
64     mov    th0,#0fbh
65     mov    tl0,#4ch
66     setb  pl.7
67     setb  pl.5
68     setb  tr0
69     jnb  tf0,$
70     clr  tf0
71     mov  th0,#0bch
72     mov  tl0,#0adh
73     clr  pl.7
74     clr  pl.5
75     setb tr0
76     jnb  tf0,$

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

77     clr     tf0
78     clr     tr0
79     ret
80
81  pwm1_4: orl     tmod,#01h
82         mov     th0,#0fah
83         mov     t10,#0f6h
84         setb    pl.6
85         setb    pl.4
86         setb    tr0
87         jnb     tf0,$
88         clr     lf0
89         mov     th0,#0bdh
90         mov     t10,#09h
91         clr     pl.6
92         clr     pl.4
93         setb    tr0
94         jnb     tf0,$
95         clr     tf0
96         clr     tr0
97         ret
98
99  pwm1_5: orl     tmod,#01h
100        mov     th0,#0fah
101        mov     t10,#9ah
102        setb    pl.1
103        ;setb    pl.0
104        setb    pl.3
105        ;setb    pl.2
106        setb    tr0
107        jnb     tf0,$
108        clr     tf0
109        mov     th0,#0bdh
110        mov     t10,#65h
111        clr     pl.1
112        ;clr     pl.0
113        clr     pl.3
114        ;clr     pl.2
115        setb    tr0
116        jnb     tf0,$
117        clr     tf0
118        clr     tr0
119        ret
120
121  pwm1_6: orl     tmod,#01h
122        mov     th0,#0fah
123        mov     t10,#3dh
124        setb    p0.7
125        setb    tr0
126        jnb     tf0,$
127        clr     tf0
128        mov     th0,#0bdh
129        mov     t10,#0c2h
130        clr     p0.7
131        setb    tr0
132        jnb     tf0,$
133        clr     tf0
134        clr     tr0
135        ret
136
137  pwm1_7: orl     tmod,#01h
138        mov     th0,#0f9h
139        mov     t10,#0e1h
140        setb    p0.7
141        setb    tr0
142        jnb     tf0,$
143        clr     tf0
144        mov     th0,#0beh
145        mov     t10,#1eh
146
147        clr     p0.7
148        setb    tr0
149        jnb     tf0,$
150        clr     tf0
151        clr     tr0
152        ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

153
154
155 pwm1_8: orl    tmod,#01h
156         mov    th0,#0f9h
157         mov    t10,#85h
158         setb   pl.3
159
160         setb   tr0
161         jnb    tf0,$
162         clr    tf0
163         mov    th0,#0beh
164         mov    t10,#7ah
165         clr    pl.3
166
167         setb   tr0
168         jnb    tf0,$
169         clr    tf0
170         clr    tr0
171         ret
172
173 pwm1_9: orl    tmod,#01h
174         mov    th0,#0f9h
175         mov    t10,#25h
176         setb   pl.4
177         ;setb   pl.0
178         setb   tr0
179         jnb    tf0,$
180         clr    tf0
181         mov    th0,#0beh
182         mov    t10,#0d6h
183         clr    pl.4
184         ;clr    pl.0
185         setb   tr0
186         jnb    tf0,$
187         clr    tf0
188         clr    tr0
189         ret
190
191 pwm2_0: orl    tmod,#01h
192         mov    th0,#0f8h
193         mov    t10,#97h
194         setb   pl.7
195
196
197
198         setb   tr0
199         jnb    tf0,$
200         clr    tf0
201         mov    th0,#0bfh
202         mov    t10,#32h
203
204         clr    pl.7
205         setb   tr0
206         jnb    tf0,$
207         clr    tf0
208         clr    tr0
209         ret
210
211 pwm1_0: orl    tmod,#01h
212         mov    th0,#0fch
213         mov    t10,#66h
214         ; setb   pl.2
215         setb   p0.7
216         setb   tr0
217         jnb    tf0,$
218         clr    tf0
219         mov    th0,#0bbh
220         mov    t10,#98h
221         ; clr    pl.2
222         clr    p0.7
223
224         setb   tr0
225         jnb    tf0,$
226         clr    tf0
227         clr    tr0
228         ret

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าในกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

229
230 pwm0_9: orl    tmod,#01h
231         mov    th0,#0fch
232         mov    t10,#0c2h
233         setb   pl.7
234         ;setb   pl.0
235         setb   tr0
236         jnb    tf0,$
237         clr    tf0
238         mov    th0,#0bbh
239         mov    t10,#03ch
240         clr    pl.7
241         clr    pl.0
242         setb   tr0
243         jnb    tf0,$
244         clr    tf0
245         clr    tr0
246         ret
247
248 pwm0_8: orl    tmod,#01h
249         mov    th0,#0fdh
250         mov    t10,#1fh
251         setb   p0.7
252         ; setb   pl.0
253         ;setb   pl.6
254         setb   tr0
255         jnb    tf0,$
256         clr    tf0
257         mov    th0,#0bah
258         mov    t10,#0e0h
259         clr    p0.7
260         ; clr    pl.0
261         ; clr    pl.6
262         setb   tr0
263         jnb    tf0,$
264         clr    tf0
265         clr    tr0
266         ret
267
268 pwm0_7: orl    tmod,#01h
269         mov    th0,#0fdh
270         mov    t10,#78h
271         setb   pl.7
272         setb   pl.0
273         setb   tr0
274         jnb    tf0,$
275         clr    tf0
276         mov    th0,#0bah
277         mov    t10,#84h
278         clr    pl.7
279         clr    pl.0
280         setb   tr0
281         jnb    tf0,$
282         clr    tf0
283         clr    tr0
284         ret
285
286 pwm0_6: orl    tmod,#01h
287         mov    th0,#0fdh
288         mov    t10,#0d7h
289         setb   p0.7
290         setb   p0.6
291         setb   tr0
292         jnb    tf0,$
293         clr    tf0
294         mov    th0,#0bah
295         mov    t10,#28h
296         clr    p0.7
297         clr    p0.6
298         setb   tr0
299         jnb    tf0,$
300         clr    tf0
301         clr    tr0
302         ret
303
304 pwm0_5: orl    tmod,#01h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

—ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นหากมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

305     mov     th0,#0feh
306     mov     t10,#33h
307     setb    pl.7
308     ;setb    pl.0
309     setb    tr0
310     jnb     tf0,$
311     clr     tf0
312     mov     th0,#0b9h
313     mov     t10,#0ech
314     clr     pl.7
315     ;clr     pl.0
316     setb    tr0
317     jnb     tf0,$
318     clr     tf0
319     clr     tr0
320     ret
321
322 pwm0_4: orl     tmod,#01h
323     mov     th0,#0feh
324     mov     t10,#8fh
325     setb    pl.7
326     setb    pl.0
327     setb    tr0
328     jnb     tf0,$
329     clr     tf0
330     mov     th0,#0b9h
331     mov     t10,#06fh
332     clr     pl.7
333     clr     pl.0
334     setb    tr0
335     jnb     tf0,$
336     clr     tf0
337     clr     tr0
338     ret
339
340 pwm0_3: orl     tmod,#01h
341     mov     th0,#0feh
342     mov     t10,#0ech
343     setb    pl.4
344     ;setb    pl.0
345     setb    tr0
346     jnb     tf0,$
347     clr     tf0
348     mov     th0,#0b9h
349     mov     t10,#13h
350     clr     pl.4
351     ;clr     pl.0
352     setb    tr0
353     jnb     tf0,$
354     clr     tf0
355     clr     tr0
356     ret
357
358 pwm0_2: orl     tmod,#01h
359     mov     th0,#0feh
360     mov     t10,#48h
361     setb    pl.7
362     setb    pl.0
363     setb    tr0
364     jnb     tf0,$
365     clr     tf0
366     mov     th0,#0b8h
367     mov     t10,#0b7h
368     clr     pl.7
369     clr     pl.0
370     setb    tr0
371     jnb     tf0,$
372     clr     tf0
373     clr     tr0
374     ret
375
376 pwm0_1: orl     tmod,#01h
377     mov     th0,#0ffh
378     mov     t10,#0a4h
379     setb    pl.4
380     ;setb    pl.0

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

381      setb    tr0
382      jnb     tf0,$
383      clr     tf0
384      mov     th0,#0b8h
385      mov     tl0,#5bh
386      clr     pl.4
387      ;clr    pl.0
388      setb    tr0
389      jnb     tf0,$
390      clr     tf0
391      clr     tr0
392      ret
393
394  pwm2_1: orl     tmod,#01h
395          mov     th0,#0f8h
396          mov     tl0,#71h
397          setb    pl.7
398          setb    pl.0
399          setb    tr0
400          jnb     tf0,$
401          clr     tf0
402          mov     th0,#0bfh
403          mov     tl0,#8eh
404          clr     pl.7
405          clr     pl.0
406          setb    tr0
407          jnb     tf0,$
408          clr     tf0
409          clr     tr0
410          ret
411
412  pwm2_2: orl     tmod,#01h
413          mov     th0,#0f8h
414          mov     tl0,#14h
415          setb    pl.7
416          ;setb  pl.0
417          setb    tr0
418          jnb     tf0,$
419          clr     tf0
420          mov     th0,#0bfh
421          mov     tl0,#0eah
422          clr     pl.7
423          ;clr   pl.0
424          setb    tr0
425          jnb     tf0,$
426          clr     tf0
427          clr     tr0
428          ret
429
430  pwm2_3: orl     tmod,#01h
431          mov     th0,#0f8h
432          mov     tl0,#0b8h
433          setb    pl.7
434          setb    pl.0
435          setb    tr0
436          jnb     tf0,$
437          clr     tf0
438          mov     th0,#0c0h
439          mov     tl0,#47h
440          clr     pl.7
441          clr     pl.0
442          setb    tr0
443          jnb     tf0,$
444          clr     tf0
445          clr     tr0
446          ret
447
448  pwm2_4: orl     tmod,#01h
449          mov     th0,#0f7h
450          mov     tl0,#55h
451          setb    pl.7
452          setb    pl.0
453          setb    tr0
454          jnb     tf0,$
455          clr     tf0
456          mov     th0,#0c0h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

457     mov     t10,#0a3h
458     clr     pl.7
459     clr     pl.0
460     setb    tr0
461     jnb     tf0,$
462     clr     tf0
463     clr     tr0
464     ret
465
466 pwm2_5: orl     tmod,#01h
467     mov     th0,#0f7h
468     mov     t10,#00h
469     ;setb    pl.7
470     setb    pl.4
471     setb    tr0
472     jnb     tf0,$
473     clr     tf0
474     mov     th0,#0c0h
475     mov     t10,#0ffh
476     clr     pl.4
477     ; clr     pl.0
478     setb    tr0
479     jnb     tf0,$
480     clr     tf0
481     clr     tr0
482     ret
483
484 pwm2_6: orl     tmod,#01h
485     mov     th0,#0f6h
486     mov     t10,#0a4h
487     setb    pl.7
488     setb    pl.0
489     setb    tr0
490     jnb     tf0,$
491     clr     tf0
492     mov     th0,#0clh
493     mov     t10,#5bh
494     clr     pl.7
495     clr     pl.0
496     setb    tr0
497     jnb     tf0,$
498     clr     tf0
499     clr     tr0
500     ret
501
502
503 pwm1_3: orl     tmod,#01h
504     mov     th0,#0fbh
505     mov     t10,#4ch
506     setb    pl.7
507     setb    pl.5
508     setb    tr0
509     jnb     tf0,$
510     clr     tf0
511     mov     th0,#0bch
512     mov     t10,#0adh
513     clr     pl.7
514     clr     pl.5
515     setb    tr0
516     jnb     tf0,$
517     clr     tf0
518     clr     tr0
519     ret
520
521 pwm1_4: orl     tmod,#01h
522     mov     th0,#0fah
523     mov     t10,#0f6h
524     setb    pl.6
525     setb    pl.4
526     setb    tr0
527     jnb     tf0,$
528     clr     tf0
529     mov     th0,#0bdh
530     mov     t10,#09h
531     clr     pl.6
532     clr     pl.4

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

533     setb    Lr0
534     jnb     Lf0,$
535     clr     Lf0
536     clr     Lr0
537     ret
538
539 pwms1_5: orl     tmod,#01h
540         mov     th0,#0fah
541         mov     tl0,#9ah
542         setb   pl.1
543         setb   pl.0
544         setb   pl.3
545         setb   pl.2
546         setb   tr0
547         jnb   tf0,$
548         clr   tf0
549         mov   th0,#0bdh
550         mov   tl0,#65h
551         clr   pl.1
552         clr   pl.0
553         clr   pl.3
554         clr   pl.2
555         setb  tr0
556         jnb  tf0,$
557         clr  tf0
558         clr  tr0
559         ret
560
561 pwms1_6: orl     tmod,#01h
562         mov     th0,#0fah
563         mov     tl0,#3dh
564         setb   p0.7
565         setb   tr0
566         jnb   tf0,$
567         clr   tf0
568         mov   th0,#0bdh
569         mov   tl0,#0c2h
570         clr   p0.7
571         setb  tr0
572         jnb  tf0,$
573         clr  tf0
574         clr  tr0
575         ret
576
577 pwms1_7: orl     tmod,#01h
578         mov     th0,#0f9h
579         mov     tl0,#0e1h
580         setb   p0.6
581         setb   tr0
582         jnb   tf0,$
583         clr   tf0
584         mov   th0,#0beh
585         mov   tl0,#1eh
586
587         clr   p0.6
588         setb  tr0
589         jnb  tf0,$
590         clr  tf0
591         clr  tr0
592         ret
593
594 end
595
596
597
598

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้