สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แขนกลพ่นสี

Robot Arm

โดย

นายนราวุธ	กมลวาทิพย์
นายปพุทธิ์	นิลหิรัญ
นายปิยพงศ์	สิงห์พันธ์

วท
ม2419
2550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 83064
วัน,เดือน,ปี - 5 ส.ค. 2551

b 44 64303
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แขนกลพ่นสี

Robot Arm

ผู้จัดทำ นายนราวุธ กมลวาทิพย์

นายปพุทธิ์ นิลหิรัญ

นายปิยพงศ์ สิงห์พันธ์

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แขนกลพ่นสี

โดย
นายนราวุธ กมลวาทิพย์
นายปพุทธิ์ นิลหิรัญ
นายปิยพงศ์ สิงห์พันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.สุมิตร พนาอุดมทรัพย์

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมีการใช้อุปกรณ์ที่สามารถทำงานแทนมนุษย์มากขึ้นเรื่อยๆ แขนกลเป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งที่ได้รับการยอมรับให้ใช้งาน จึงเลือกแขนกลเป็นกรณีศึกษา เนื่องจากมีโครงสร้างที่เข้าใจง่าย โดยเลือกแบบของโครงสร้างและศึกษาสมการการเคลื่อนที่ จากนั้นจึงทำการสร้างสมการตามโครงสร้างของแขนกลชนิดตรงที่สร้างขึ้นมา แล้วนำสมการที่ได้มาควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาให้เป็นไปตามที่ต้องการเพื่อการประยุกต์ใช้งานต่อไป

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้จึงได้ออกแบบและประยุกต์ใช้งานกับ Scara robot ที่มีการดีไซน์และรูปแบบคล้ายกับแขนกลที่ศึกษานี้ นับตั้งแต่การวิเคราะห์ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ จากนั้นจึงนำมาเขียนเป็นโปรแกรม Visual Basic เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลผ่านทางพอร์ตอนุกรม และท้ายสุดจึงนำไปประยุกต์ใช้งานโดยการพ่นสีชิ้นงาน จากการทดลองเห็นว่าแขนกลสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆได้อีกดีทีเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robot Arm

By

Mr.Narawut Kamolvatip

Mr.Paput Nilhirun

Mr.Piyapong Singpun

Advisor

Asst.Prof.Sumit Panaudomsup

Academic Year 2007

ABSTRACT

Nowadays, robot is the one of equipment is more efficiently than human , become popular at this time. Robot arm is chosen to be a case of study because its structure and operation are easily to learn. We had chosen the model and studied the Kinematics Equation, and then we made the equation from the Scara Robot. The equation was used through the programmed software to control the robot for application.

In this thesis according to design , development and apply from the theory of Scara robot .Begin with analysis the kinematics of robot then we made the control program by Visual Basic for control robot arm through serial port. Finally ,we applied the robot for another application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานชิ้นนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีเพราะได้รับการสนับสนุนจากอาจารย์หลายท่าน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ รวมทั้งให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาต่างๆ จนสามารถแก้ไขอุปสรรคต่างๆให้ผ่านไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์สองเมือง นันทขว้างที่ให้ความกรุณา แนะนำความรู้และแนวทางที่มีประโยชน์เกี่ยวกับการออกแบบแขนกล และด้านHardwareต่างๆจนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ด้านต่างๆ และช่วยสละเวลามาช่วยเหลือจนโครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม ที่ให้เครื่องมือและอุปกรณ์ได้ใช้งานอย่างครบครันและพี่ๆธุรการภาคที่ให้ความสะดวกในเรื่องต่างๆ

และขอบคุณเพื่อนๆที่ให้กำลังใจ และคำแนะนำต่าง ตลอดจนอยู่เป็นเพื่อนกันจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่ได้ให้การอุปการะมาอย่างไม่ขาดตกบกพร่อง และส่งเสียเลี้ยงดูให้เล่าเรียนจนสำเร็จการศึกษาจนได้มีวันนี้ และคอยให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำตลอดมา

นายนราวุธ กมลวาทิพย์
นายปพุทธิ์ นิลหิรัญ
นายปิยพงศ์ สิงห์พันธ์
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ประวัติความเป็นมา	1
1.2 ส่วนประกอบโครงงาน	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 การเขียนโปรแกรมติดต่อด้วย Visual Basic	2
2.2 การควบคุมแขนกลด้วย MCS-51	2
2.2.1 คุณสมบัติของ P89V51RD2	2
2.2.2 การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรมของ MCS-51	7
2.2.3 วงจรขับและกลับทิศทางของ DC motor	9
2.2.3.1 TA7279P	9
2.2.4 การเขียนโปรแกรมควบคุม DC motor	13
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	14
3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	14
3.1.1 พื้นฐานกลศาสตร์การเคลื่อนที่	14
3.1.1.1 กลศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่	14
3.1.1.2 กรอบอ้างอิง	14
3.1.1.2 การย้าย	15
3.1.1.4 เมตริกซ์การหมุน	16
3.1.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็ง	17
3.1.3 กลศาสตร์การเคลื่อนที่โดยตรงและผันกลับ	19
3.1.3.1 Direct kinematics equation	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการพ่นสี 23
3.2.1 ทฤษฎีของแบนูลีร์ 23
3.3 การออกแบบระบบควบคุม 24
3.3.1 หน้าจอ VB ควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม 24
บทที่ 4 การทดลอง 26
4.1 การทดลองชิ้นงานตามการออกแบบ 26
4.2 การทดลองระบบควบคุม 27
4.3 การทดลองการพ่นสี 27
4.3.1 วางท่อลมเหนือท่อสี – ใกล้ 27
4.3.2 วางท่อลมเหนือท่อสี – ห่าง 28
4.3.3 ท่อสีวางหน้าท่อลม – ใกล้ 28
4.3.4 ท่อสีวางหน้าท่อลม – ห่าง 29
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผล 30
5.1 สรุปผลการทดลอง 30
5.2 ปัญหาที่พบ 30
5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน 30
ภาคผนวก 31
ภาคผนวก ก แบบวาดDrawingของแขนกล 32
ภาคผนวก ข เอกสารประกอบการใช้งาน TA7279P 35
ภาคผนวก ค วงจรควบคุมแขนกล 44
ภาคผนวก ง ภาษาควบคุมแขนกล 48
เอกสารอ้างอิง 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2-1 การจัดขาของ P89v51RD2	4
2-2 วงจรขยายแรงดัน	9
2-3 Driver block diagram	10
2-3 Driver pin function	10
2-4 Driver application circuit	11
2-6 Driver in application	12
2-7 Driver characteristics	13
2-8 Controller chart	13
3-1 Reference frame	14
3-2 Point translation	15
3-3 Coordinate translation	16
3-4 Rotation matrix(1)	16
3-5 Rotation matrix(2)	17
3-6 Rigid body motion & two-dimension of rigid body motion	18
3-7 Direct & inverse kinematics	19
3-8 Direct kinematics equation	20
3-9 แขนกลจำลอง	22
3-10 แขนกลที่สร้างเสร็จแล้ว	22
3-11 หลักการพ่นสี	23
3-12 หน้าต่างโปรแกรม	24
3-13 ส่วนแสดงผล	25
4-1 แขนกลพ่นสี	26
4-2 วางท่อลมหน้าท่อสี – ใกล้	27
4-3 วางท่อลมหน้าท่อสี – ห่าง	28
4-4 วางท่อสีหน้าท่อลม –ใกล้	29
4-5 วางท่อสีหน้าท่อลม – ห่าง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

ในอุตสาหกรรมการผลิต ไม่ว่าจะเป็นอะไรทั้งสิ้น ได้มีการนำเครื่องจักรกลอัตโนมัติมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อความรวดเร็ว เพื่อความสะดวกสบาย เพื่อความมีประสิทธิภาพ เครื่องจักรกลที่ใช้นั้นมีอยู่มากมายหลายแบบ หลายประเภท ในที่นี้ขอกล่าวถึง แขนกล เพราะมีรูปแบบการใช้งานที่หลากหลาย น่าสนใจ อุตสาหกรรมซึ่งใช้แขนกลในการทำงานมีมากมาย ตัวอย่าง เช่น โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานประกอบเครื่องจักร

โครงงานนี้ขอนำเสนอการสร้างแขนกลพ่นสี โดยการสร้างแบบจำลองแขนกลขนาดเล็ก เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาสู่อุตสาหกรรมใหญ่ต่อไป

1.2 ส่วนประกอบโครงงาน

1. ถังลมพ่นสี สำหรับพ่นสี ติดไว้ที่มือของแขนกล
2. โปรแกรมควบคุมแขนกลด้วย visual basic 6 สำหรับป้อนคำสั่งควบคุมแขนกล และแสดงผล
3. โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษาC สำหรับควบคุมแขนกลตามคำสั่งคอมพิวเตอร์ และประมวลผลส่งค่ากลับไปแสดงผลที่หน้าจอ
4. มอเตอร์ และวงจรขับมอเตอร์ สำหรับเคลื่อนที่แขนกล โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในการควบคุมการทำงาน
5. แขนกล 5 แกน เคลื่อนที่ได้ 3 มิติ ตามระนาบแนวแกน X,Y,Z

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาและออกแบบการสร้างแขนกล
2. เพื่อออกแบบและควบคุมระบบแขนกล
3. พื่อพัฒนาความรู้ความสามารถ ในด้านต่างๆให้ชำนาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 การเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมแขนกลด้วย visual basic 6

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างแขนกลกับคอมพิวเตอร์ได้เลือกใช้การรับส่งแบบอนุกรม (Serial port) เพราะการส่งสัญญาณจากคอมพิวเตอร์เป็นมาตรฐาน RS-232 (-12V ถึง 12V) และ visual basic มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ทอนุกรม

การเคลื่อนที่ของแขนกลนั้นถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งการรับส่งข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51นั้นเป็นแบบ TTL (0V ถึง 5V) จึงต้องมีตัวแปลงจากมาตรฐาน RS-232 ไปเป็นTTL (input) และจาก TTL ไปเป็น RS-232 (feedback) แต่เนื่องจากบนบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 มีวงจรแปลงสัญญาณดังกล่าวแล้วจึงไม่ต้องทำการดัดแปลงใดๆ

ทางผู้จัดทำยังไม่ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้จึงขอข้ามไปหัวข้อถัดไป

2.2 การควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แขนกลของผู้จัดทำเป็นแบบ 5 แกน ที่ 5 แกนมี DCมอเตอร์ 5 ตัวสำหรับขับเคลื่อนแขนกลไปในทิศทางต่างๆ มอเตอร์เหล่านี้ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะควบคุมมอเตอร์ทั้ง 5 ตัวจากสัญญาณคำสั่งที่คอมพิวเตอร์ส่งมา

ผู้จัดทำได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ P89V51RD2 ของ Philips เนื่องจากมีขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลชมากถึง64 กิโลไบต์ มีขาพอร์ตสำหรับใช้งานมากถึง4 พอร์ต(P0-P3)พร้อมทั้งไทเมอร์ 3ตัว มีโมดูล PCA สำหรับสร้างสัญญาณ PWM มากถึง 5 ช่อง รวมทั้งมีหน่วยความจำแรมพิเศษอีก 1 กิโลไบต์ และสามารถโปรแกรมหน่วยความจำผ่านพอร์ตอนุกรมในแบบ ISP(In-system programming) ได้ด้วย ทำให้การพัฒนาโปรแกรมสะดวกขึ้น

2.2.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญของ P89V51RD2

เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบแฟลช(flash memory)ของ Philips Semiconductor มีคุณสมบัติทางที่เทคนิคโดดเด่นดังนี้

* เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิต ที่เข้ากันได้กับไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51พื้นฐาน

*หน่วยความจำโปรแกรมภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแฟรช ลบและเขียนใหม่ได้ถึงหนึ่งหมื่นครั้ง ขนาดของหน่วยความจำโปรแกรมสูงถึง 64 กิโลไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*หน่วยความจำข้อมูลแรมภายในมีขนาด 1 กิโลไบต์

*โปรแกรมข้อมูลลงในหน่วยความจำโปรแกรมแบบ ในระบบ(ISP : In-system programming)

*ความถี่สัญญาณนาฬิกาสูงสุด 40 MHzในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 12 ลูกต่อแมชีนไซเกิลและ 20 MHz ในกรณีทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาภายใน 6 ลูกต่อแมชีนไซเกิล

P89V51RD2 ได้รับการกำหนดให้งานเบื้องต้นในโหมดสัญญาณนาฬิกา 12 ลูกต่อแมชีนไซเกิล สามารถเลือกเปลี่ยนเป็น 6 สัญญาณนาฬิกาต่อแมชีนไซเกิลได้ด้วยการโปรแกรมแบบ ISP แต่เมื่อเปลี่ยนแล้ว หากต้องการเปลี่ยนกลับเป็น 12 สัญญาณนาฬิกาต้องใช้การโปรแกรมแบบขนาน

*ขาพอร์ต 8 บิต 4 พอร์ต แบบกึ่งสองทิศทาง(quasi-bidirectional)เป็นได้อินพุตและเอาต์พุตส

*อุปกรณ์เพอริเฟอรัลภายในไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานด้วยความเร็ว 12 สัญญาณนาฬิกาต่อแมชีนไซเกิลได้ แม้ว่าซีพียูทำงานด้วยความเร็ว 6 สัญญาณนาฬิกาภายในต่อแมชีนไซเกิล

*มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์

*ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิต 3 ตัว(ไทเมอร์ 0 ,1 และ 2)

*มีรีจีสเตอร์ตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลหรือ DPTR 2ตัว

*สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 8 ประเภท

*กำหนดนัยสำคัญของการตอบสนองอินเตอร์รัปต์ได้ 4ระดับ

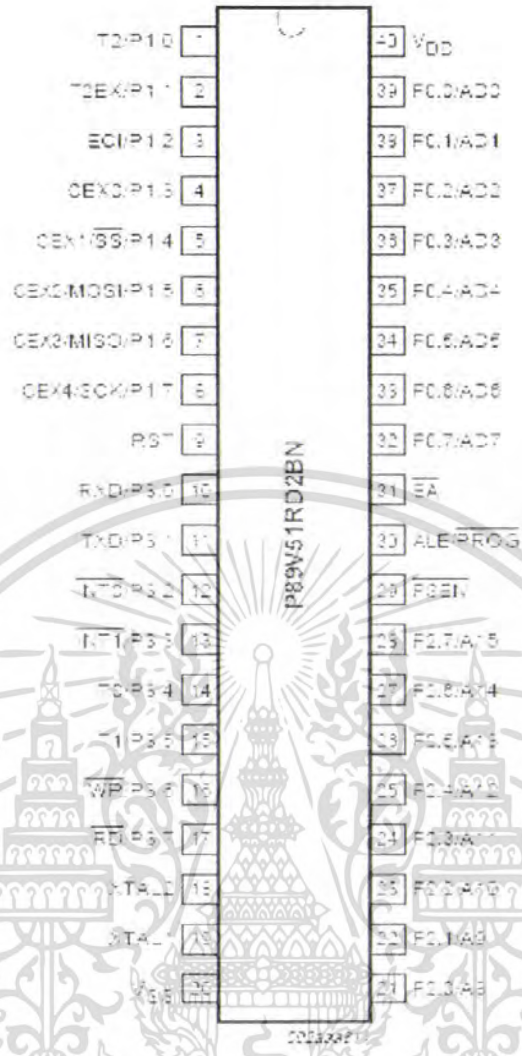
*สามารถติดต่อหน่วยความจำภายนอกได้สูงสุด 64 กิโลไบต์

*มีวอตช์ด็อก ไทเมอร์

*มีโมดุลวงจรนับโปรแกรมได้ (PCA : Programmable Counter Array) ซึ่งมีวงจรตรวจจับสัญญาณ (capture),เปรียบเทียบสัญญาณ(compare), วงจรมอดูเลชั่นทางความกว้างพัลส์(PWM)และวอตช์ด็อกไทเมอร์ (watchdog timer)

การจัดขาของ P89V51RD2 แสดงในรูปที่ 1-1 และรายละเอียดขั้นต้นของขาต่อใช้งานของ P89V51RD2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-1 การจัดขาของ P89v51RD2

ชื่อขา	ขาที่	ชนิด	หน้าที่และการทำงาน
Vcc	40	อินพุต	ต่อไฟเลี้ยง +5v
GND	20	อินพุต	ต่อกราวด์
P0.0-P0.7 ใครขาละบิตของอินพุตในการติดต่อกับ A7)และขาช่วยเพื่อสลับการงาน ให้	39-32	อินพุต/เอาต์พุต	ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินต์พุต ถ้าต้องการกำหนดให้ ขาพอร์ต 0 ขาหนึ่ง เป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล 1 ไปยังแต่พอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ทำให้มีสถานะลอย(float) ค่าอิมพีแดนซ์สูงสามารถ ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ ใช้ขาแอดเดรสไบต์ต่ำ ของหน่วยความจำภายนอก(A0-ข้อมูล (D0-D7) โดยใช้การมัลติเพล็กซ์ เข้าได้ทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูลในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อกับหน่วยความจำ ภายนอก

P1.0-P1.7 1-8 อินพุต/ เอาต์พุต ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป เฉพาะขา p1.5 ถึงp1.7สามารถขับกระแสได้สูง16mA ต่อขาเป็นขาสัญญาณของไท เมอร์ 2 และขาสัญญาณของโมดูล PCA ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

T2(P1.0 : ขา 1)เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และขาเอาต์พุตสัญญาณนาฬิกาโปรแกรมแบบได้
T2EX(P1.1 : ขา 1)เป็นขาอินพุตสำหรับควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์2
ECI(P1.2 : ขา 3)เป็นขาอินพุตสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสำหรับโมดูลPCA
CEX0(P1.3 : ขา4)เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับPCAโมดูล 0
CEX1(P1.4: ขา5)เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบสัญญาณสำหรับPCAโมดูล1
CEX2(P1.5:ขา6)เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบ
สัญญาณสำหรับPCAโมดูล2
CEX3(P1.6:ขา7) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบ
สัญญาณสำหรับPCAโมดูล3
CEX4(P1.7:ขา8) เป็นขาอินพุตเอาต์พุตภายนอกของวงจรตรวจจับและเปรียบเทียบ
สัญญาณสำหรับPCAโมดูล4

ชื่อขา ขาที่ ชนิด หน้าที่และการทำงาน

P2.0-P2.7 21-28 อินพุต/เอาต์พุต ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป
ใช้ต่อเป็นขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำ
ภายนอก(A8- A15)เมื่อติดต่อด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.0-P3.7 10-17 อินพุต/เอาต์พุต ใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป
ใช้งานเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ มีรายละเอียดต่อไปนี้

RxD(P3.0:ขา10) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม

TxD(P3.1:ขา11) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม

INT0(P3.2:ขา12) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง0

INT1(P3.3:ขา13)ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง1

T0(P3.4:ขา14) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง0

T1(P3.5:ขา15) ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง1

WR(P3.6:ขา16) ใช้เป็นขาสัญญาณWRในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

RD(P3.7:ขา17)ใช้เป็นขาสัญญาณRDในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ชื่อขา	ขาที่	ชนิด	หน้าที่และการทำงาน
RESeT	9	อินพุต	ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยในการป้อน
			สัญญาณลอจิก 1 อย่างน้อยเป็นเวลา 2 แมชีนไซเกิลโดยที่วง จร
กำเนิด			สัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ
ALE	30	เอาต์พุต	Address Latch Enable
			ออกมาทุกๆแมชีนไซเกิล อย่างไรก็ตาม สามารถดิสเอเบิลสัญญาณพัลส์นี้
			ได้ โดยการเซตบิต 0 ของรีจิสเตอร์ AUXR
PSEN	29	เอาต์พุต	Program store Enable: ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อ
			กับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อต้องการอ่านข้อมูลจาก
			หน่วยความจำโปรแกรมภายนอก
ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณ			ออกมาที่ขานี้ 2 ครั้ง
			นอกจากนี้ยังใช้ประกอบในการอ่าน-เขียนข้อมูลใน
หน่วยความจำ			โปรแกรมด้วยกระบวนการ iSP
			สำหรับเบอร์ P89C51RD+ ใช้ต่อขานี้ลงกราวด์ แล้วป้อนไฟ +
			12V(+ 0.5V) เข้าที่ขา EA/Vpp
			สำหรับเบอร์ P89C51RD2 ใช้ต่อขานี้ลงกราวด์ ,ป้อนลอจิก 1
เข้า			ที่ขา P2.7และป้อนแรงดัน+5vเข้าขาEA/Vpp
EA/Vpp	31	อินพุต	External Access enable/Programming voltage
			input : ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมจาก
			ภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

			0 เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำ
	โปรแกรม		ภายนอก
			1 เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ติดต่อกับหน่วยความจำภายใน
			นอกจากนี้ ที่ขานี้ยังใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันสำหรับ
การ			โปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์
			สำหรับเบอร์ P89C51RD+ ต้องการแรงดัน + 12v(+ 0.5V)
			สำหรับเบอร์ P89C51RD2 ต้องการแรงดัน +5v
XTAL1	19	อินพุต	ขาอินพุตรับสัญญาณจากวงจรขยายออสซิลเลเตอร์(ขา
			XTAL2)และจากภายนอกในการใช้งานปกติ ขานี้และขา
			XTAL2ต่อเข้ากับคริสตอลและตัวเก็บประจุชดเชยค่าน้อยๆ
XTAL2	18	เอาต์พุต	ขาเอาต์พุตของวงจรขยาย
			ออสซิลเลเตอร์ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ในการใช้งานปกติ
			ขานี้และขาXTAL1 ต่อเข้ากับคริสตอลและตัวเก็บประจุ
			ชดเชยค่าน้อยๆ

2.2.2 การสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วยภาษา C

ในไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51สามารถสื่อสารข้อมูลได้ทั้งรับทั้งส่งในเวลาเดียว หรือที่เรียกว่าเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์(full duplex)โดยใช้ขา P3.0ทำหน้าที่รับข้อมูล(RxD)และขาP3.1ทำหน้าที่ส่งข้อมูล(TxD)รูปแบบการสื่อสารข้อมูลจต้องมีรูปแบบเดียวกันทั้งคู่อันประกอบด้วยอัตราในการถ่านทอดข้อมูลหรืออัตราบอด(baudrate)มบิตเริ่มต้น(start bit),บิตข้อมูล(data bit),บิตตรวจสอบพาริตี้(parity bit)และบิตหยุด(stop bit)

รีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมหรือ scon (Serial port Control Register)

บิต7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
SM 0/FE	SM1	SM2	REN	TB8	RB8	TI	RI

SM0/FE (Serial port mode bit 0 /Framing error bit) : ปกติจะใช้ร่วมกับบิต SM1 เพื่อกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรม การเข้าถึงบิตนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีการเคลียร์บิต SMOD ซึ่งก็คือ บิต6 ของรีจิสเตอร์PCON ในกรณีที่ใช้ความสามารถตรวจจับความผิดพลาดของเฟรมข้อมูล บิตนี้จะใช้แจ้งความผิดพลาดที่เกิดขึ้น โดยจะเซตเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีเมื่อพบว่าไม่สามารถตรวจจับบิตหยุดหรือบิตปิดท้ายของข้อมูลของพอร์ตอนุกรมได้ การเอ็นเอเบิลความสามารถนี้ทำได้โดยการเซตบิต SMOD ในรีจิสเตอร์PCON การเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำทางซอฟแวร์เท่านั้น

SM1(Serial port mode bit 1) : ใช้ร่วมกับบิต SM0ในการกำหนดโหมดการทำงานของพอร์ตอนุกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์P89V51RD2

SM0	SM1	โหมด	รายละเอียด	อัตราบอด
0	0	0	ชิฟต์จีสเตอร์	ความถี่สัญญาณนาฬิกา/6(ในโหมด 6 ไซเกิลสัญญาณนาฬิกา)
0	1	1	UART 8 บิต	ปรับค่าได้
1	0	2	UART 9 บิต	ความถี่สัญญาณนาฬิกา/32 (ในโหมด 6 ไซเกิลสัญญาณนาฬิกา)
1	1	3	UART9 บิต	ปรับค่าได้

SM2 (Serial port mode bit 2) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลความสามารถการรับรู้แอดเดรสในการติดต่ออัตโนมัติ เมื่อมีการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์หลายตัวเข้าด้วยกัน โดยความสามารถนี้ใช้ได้ก็ต่อเมื่อวงจรพอร์ตอนุกรมไมโครคอนโทรลเลอร์
ทำงานในโหมด 2 หรือ 3 ถ้าบิต SM2 เป็น 1 บิต RI จะไม่เซต เว้นแต่ข้อมูลบิตที่ 9 ที่รับเข้ามาเป็น 1 เป็นการแจ้งว่าสามารถติดต่อได้และข้อมูลที่รับเข้ามาคือ ค่าแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย

ในกรณีที่พอร์ตอนุกรมทำงานอยู่ในโหมด 1 ถ้าบิต SM2 เซต บิต RI จะไม่เปลี่ยนแปลง จนกว่าจะได้รับข้อมูลบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย และข้อมูลที่รับได้จะเป็นข้อมูลแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วย

ในกรณีที่วงจรพอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด 0 บิต SM2 นี้เป็น 0

REN (Received enable bit) : ใช้เอ็นเอเบิลความสามารถในการรับข้อมูลของวงจรพอร์ตอนุกรม

1 เอ็นเอเบิลการรับข้อมูล

0 ดิสเอเบิลการรับข้อมูล

การเซตหรือการเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

TB8 (Transmit data bit 8) : ใช้เก็บข้อมูลบิต 8 หรือบิตที่ 9 ที่ต้องการส่งออกทางพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 2 และ 3

RB8 (Receive data bit8) : ใช้เก็บข้อมูลบิต 8 ของข้อมูลที่รับเข้ามาของพอร์ตอนุกรมเมื่อทำงานในโหมด 2 และ 3 ในโหมด 1ถ้าบิต SM2 = 0ข้อมูลของบิตหยุดจะเก็บไว้ที่บิตนี้ ไม่ใช้งานบิตนี้ในโหมด 0

TI (Transmit interrupt flag) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์จากการส่งข้อมูลออกทางพอร์ตอนุกรมเมื่อทำงานในโหมด 0เมื่อมีการส่งข้อมูลบิต 7 หรือบิต 8ออกไป แต่ถ้าทำงานในโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อมีการเริ่มต้นส่งบิตหยุดหรือบิตปิดท้าย การเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RI(Receive interrupt flag) : บิตแสดงการเกิดอินเตอร์รัปต์เนื่องจากการรับข้อมูลเข้ามาของพอร์ตอนุกรม เมื่อทำงานในโหมด 0 บิตนี้จะเซตเมื่อรับข้อมูลบิต 7 หรือบิตที่ 8 เสร็จสมบูรณ์ แต่ถ้าทำงานในโหมดอื่น บิตนี้จะเซตเมื่อการรับบิตปิดท้ายดำเนินไปได้ครึ่งทาง นอกจากนี้การเซตบิตนี้ยังมีเงื่อนไขที่กำหนดโดยบิต SM2 ร่วมด้วย การเคลียร์บิตนี้ต้องกระทำด้วยกระบวนการทางซอฟแวร์

โดยส่วนใหญ่แล้วมักจะตั้งค่าของ SCON ดังนี้

SCON = 0x40; > พอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด1 สามารถส่งข้อมูลได้อย่างเดียว

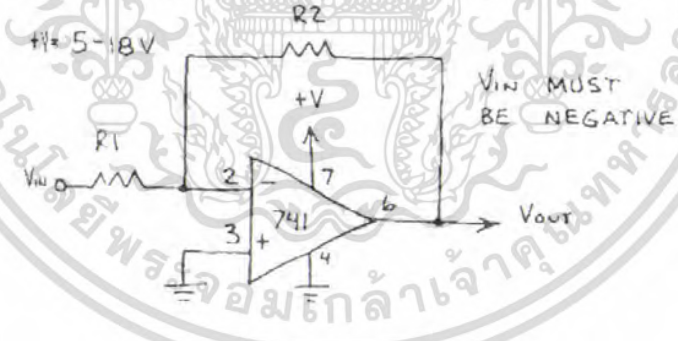
SCON = 0x50; > พอร์ตอนุกรมทำงานในโหมด1 สามารถรับและส่งข้อมูลได้

2.2.3 วงจรขับและกลับทิศทางของมอเตอร์กระแสตรง

การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับมอเตอร์กระแสตรง เพื่อควบคุมความเร็วและทิศทางของมอเตอร์นั้น ต้องมีวงจรขยายกระแสที่เรียกว่า วงจรขับมอเตอร์ (Driver) เพื่อป้อนกระแสให้มอเตอร์ทำงานได้ และวงจรกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์เพื่อควบคุมทิศทางของมอเตอร์ ทั้ง 2 ส่วนผู้จัดทำได้ใช้ IC เบอร์ TA7279P ซึ่ง IC ตัวนี้สามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ทั้งทิศทางและความเร็วของมอเตอร์ ซึ่งสะดวกในการใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

แต่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้มีแรงดัน output เพียง 2 Vจึงต้องใช้วงจรขยายแรงดันเพิ่มเพื่อขยายแรงดันให้ถึงค่า

minimum Vin ของ IC เบอร์ TA7279P



รูป 2-2 วงจรขยายแรงดัน

1

2.2.3.1 TA7279P DUAL BRIDGE DRIVER FOR DC MOTOR ROTATION CONTROL

1. แรงดัน operating

Vcc = 6-18 V

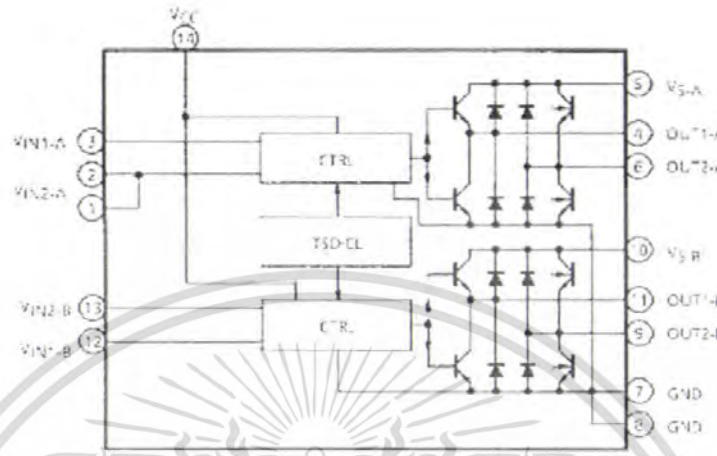
Vs = 0-16 V

2. Output current

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0 AVE / 3.0 A(peak)

Block Diagram



รูป 2-3 Driver block diagram

Pin Function

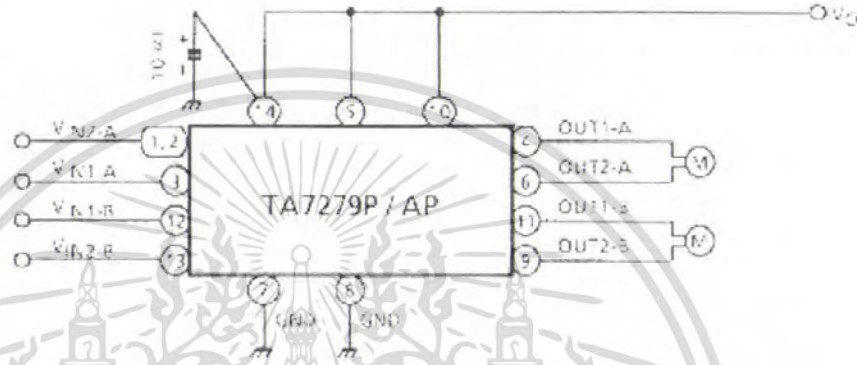
Pin No.	Symbo	Functiona Description
1	V_{IN2-A}	A-ch input terminal
2	V_{IN1-A}	
3	V_{IN1-A}	A-ch input terminal
4	OUT1-A	A-ch output terminal
5	V_{S-A}	A-ch Motor drive power supply
6	OUT2-A	A-ch output terminal
7	GND	GND terminal
8	GND	
9	OUT2-B	B-ch output terminal
10	V_{S-B}	B-ch Moter drive power supply
11	OUT1-B	B-ch output terminal
12	V_{IN1-B}	B-ch input terminal
13	V_{IN2-B}	B-ch input terminal
14	V_{CC}	Logic power supply

รูป 2-4 Driver pin function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TA7279P เป็นไอซีสำหรับควบคุมทิศทางและความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้งานง่าย มีหลักการทำงานง่ายๆ คือ จ่ายแรงดัน operating (Vcc) และแรงดันoperating motor supply(Vs-a ,Vs-b)ให้ไอซี 1ไอซีสามารถควบคุมมอเตอร์ได้ 2 ตัว แขนกล 5 แกนจึงใช้ไดรเวอร์นี้ 3 ชุดเพื่อควบคุมแขนกล

Application Circuit



รูป 2-5 Driver application circuit

การควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระแสตรง ทำได้โดยการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ในที่นี้ไอซีนี้ก็ควบคุมมอเตอร์ด้วยหลักการเดียวกัน โดยการรับสัญญาณโลจิก 0และ1เป็นอินพุทในการควบคุม ซึ่งแสดงดังตาราง 1-1

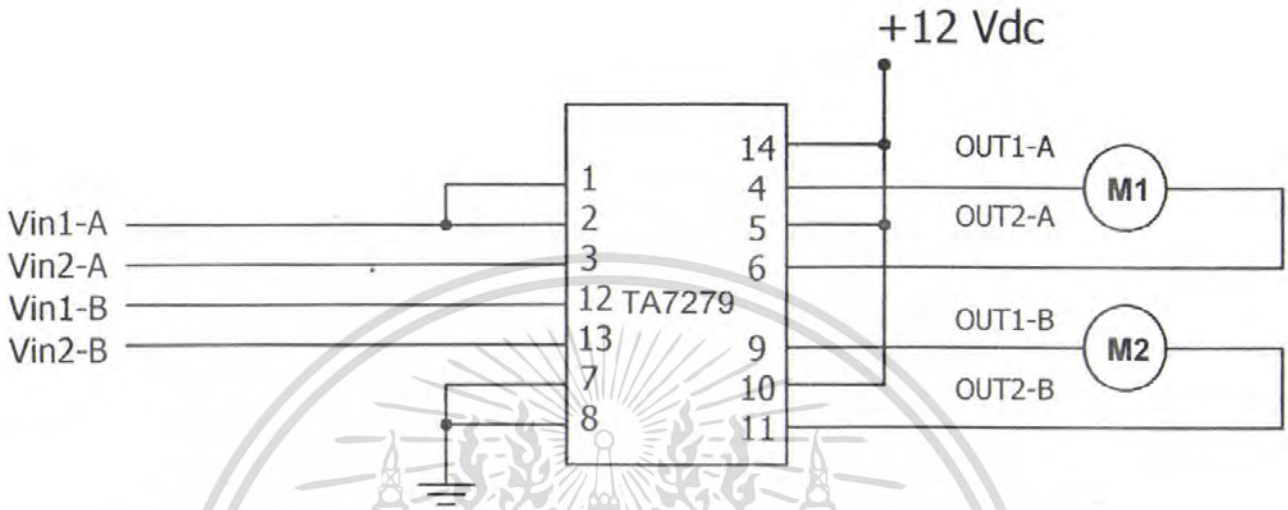
Function

IN1	IN2	OUT1	OUT2	Mode
1	1	L	L	Brake
0	1	L	H	CW/CCW
1	0	H	L	CCW/CW
0	0	High impedance		Stop

ตาราง 1-1 Driver function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ที่ใช้กับแขนกลนี้ เป็นDC มอเตอร์ขนาด 12V แรงบิด 10 rpm จากdata sheet ของไดรเวอร์กล่าวว่า แรงดันVs ที่จ่ายให้ไดรเวอร์จะเป็นแรงดันoutputที่ออกมาจ่ายให้มอเตอร์ ดังนั้นจึงใช้แรงดันVsเท่ากับ 12 V ถ้าใช้มากกว่านี้อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์และวงจรได้



รูป 2-6 Driver in application

Maximum Ratings (Ta = 25°C)

Characteristics		Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	AP	V_{CC} (max)	25	V
	P		20	
Motor drive voltage	AP	V_S (max)	25	V
	P		18	
Output current	PEAK	I_O (PEAK)	3.0	A
	AVE.	I_O (AVE.)	1.0	
Power dissipation		P_D (Note)	2.3	W
Operating temperature		T_{opr}	-30 to 75	°C
Storage temperature		T_{stg}	-55 to 150	°C

Note: No heat sink.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

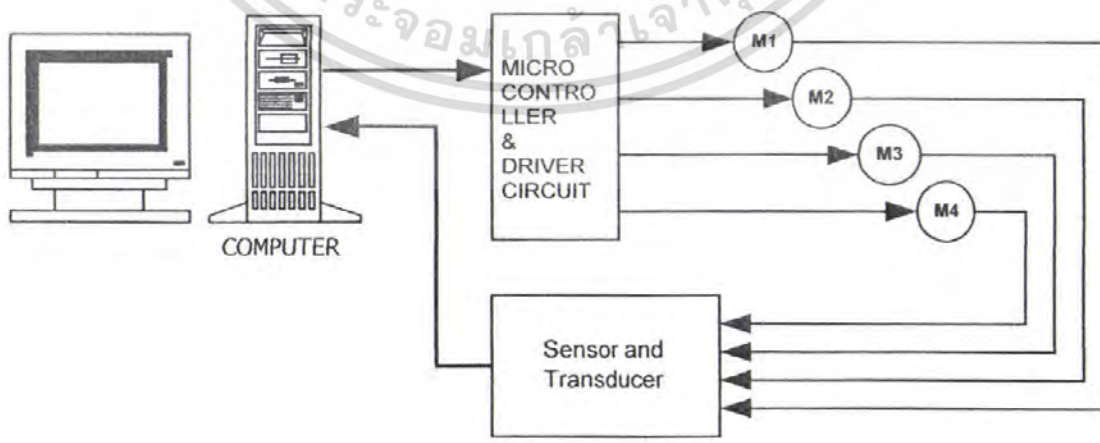
Electrical Characteristics (Ta = 25°C)

Characteristics		Symbol	Test Circuit	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Supply current		I_{CC1}	1	V_{CC} = 16 V, Output Off, Stop mode	14	28	41	mA
		I_{CC2}	1	V_{CC} = 16 V, Output Off, CW/CCW mode	19	29	38	
		I_{CC3}	1	V_{CC} = 16 V, Output Off, Brake mode	8	20	35	
Input operating voltage	1 (High)	V_{IN} (H)	—	T_j = 25°C	3.0	—	V_{CC}	V
	2 (Low)	V_{IN} (L)	—	T_j = 25°C	—	—	0.6	
Input current		I_{IN}	2	Sink, V_{IN} = 3 V	—	3	10	μA
Output saturation voltage	Upper	V_{SAT} (U-1)	3	I_O = 0.1 A, V_{CC} = V_S = 18 V	—	—	1.4	V
	Lower	V_{SAT} (L-1)	3	I_O = 0.1 A, V_{CC} = V_S = 18 V	—	—	1.0	
	Upper	V_{SAT} (U-2)	3	I_O = 1.0 A, V_{CC} = V_S = 18 V	—	1.2	1.5	
	Lower	V_{SAT} (L-2)	3	I_O = 1.0 A, V_{CC} = V_S = 18 V	—	1.05	1.4	
Leakage current	Upper	I_{LU}	—	V_S = 25 V	—	—	50	μA
	Lower	I_{LL}	—	V_S = 25 V	—	—	50	
Diode forward drop	Upper	V_{FU}	4	I_F = 1 A	—	2.5	—	V
	Lower	V_{FL}	4	I_F = 1 A	—	1.3	—	

รูป 2-7 Driver characteristics

2.2.4 การเขียนโปรแกรมควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

เราใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 โปรแกรมด้วยภาษา C ควบคุมมอเตอร์ดังที่กล่าวมาแล้ว หลักการทำงานของโปรแกรมเป็นไปตามโฟลชาร์ต1-2



รูป 2-8 Controller chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบ

โครงสร้างและการออกแบบแขนกลที่สร้างมีรูปแบบโครงสร้างคล้าย Scara Robot ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมจึงนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจาก Scara Robot มีการคำนวณเพื่อออกแบบ ดังนี้

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Theory)

3.1.1 พื้นฐานกลศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ (Basic Kinematics)

3.1.1.1 กลศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ (Kinematics)

ทฤษฎีที่ใช้อธิบายถึงเรขาคณิตของการเคลื่อนที่จุด โดยจะพูดถึงตำแหน่งที่จุดอาจจะเคลื่อนที่ผ่านในรูปของการสะสมของจุด (หรือ เส้นโค้ง : Curves) โดยมีองค์ประกอบที่เข้าเกี่ยวข้อง คือ ตำแหน่ง (Position), ความเร็ว (Velocity) และ(Acceleration)

3.1.1.2 กรอบอ้างอิง(Reference Frames)

วัตถุแข็งเกร็งที่มีการเคลื่อนที่ บางครั้งเราอาจจะกำหนดให้โครงสร้างของ Robot เป็นกรอบอ้างอิง (Referenc Frames) เพื่อช่วยในการอ้างจุดเทียบกับกรอบอ้างอิงต่างๆ ที่จุด Origin (O) เมื่อ i = 0,1,2,3.....n โดยที่เมื่อ i = 0 จุด (O) นี้จะเรียกว่า Fixed Reference Frame หรือ Base Reference Frame เมื่อนำไปเทียบกับ Reference Frame อื่นๆดังรูป

รูป 3 – 1 Reference Frame

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ r = เวคเตอร์ที่บอกตำแหน่งของจุด P เทียบกับ fixed reference frame

r = เวคเตอร์ที่บอกตำแหน่งของจุด P เทียบกับ จุด O ที่อาจเป็น Moving Frame หรือ ไม่ก็ได้

สามารถเขียน r ในรูปของ Vector และ Matrix ได้ดังนี้

$$r_i = x_i\hat{i} + y_i\hat{j} + z_i\hat{k} \quad \text{or} \quad r_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = [x_i \quad y_i \quad z_i] \qquad (2.1)$$

3.1.1.3 การย้าย(Translation)

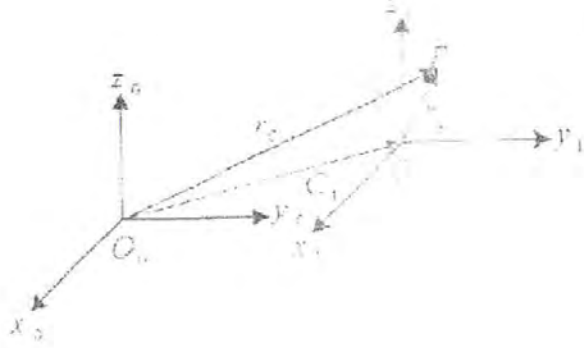
เป็นการศึกษาเปลี่ยนแปลงพิกัดของจุด P เมื่อเทียบกับกรอบอ้างอิงเดียวกัน หรือการเปลี่ยนแปลงพิกัดของจุด P เมื่อเทียบกับกรอบอ้างอิงที่แตกต่างกัน 2 กรอบ โดยที่การ Translation แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

รูป 3-2 Point translation

1) **Point Tranformation** คือ จุด P' เปลี่ยนเป็น P แต่ Coordinate คงเดิม โดยที่มี r เป็นฟังก์ชันของเวลา เนื่องจากจุด P เป็น Moving Point

2) **Coordinate Transformation** คือ จุด P เดียวกัน แต่เทียบกับกรอบอ้างอิงที่แตกต่างกัน 2 กรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



$$\hat{i}_0 = \hat{i}_1, \hat{j}_0 = \hat{j}_1, \hat{k}_0 = \hat{k}_1$$

$$r_1 = r_0 - c_1$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{bmatrix}$$

$$r_1(t) = r_0 - c_1(t)$$

รูป 3-3 Coordinate translation

3.1.1.4 เมตริกซ์การหมุน (Rotation Matrix)

เป็นเมตริกซ์(Matrix)ที่ใช้อธิบายการหมุนของกรอบอ้างอิง ที่มีการเคลื่อนที่(Moving Reference Frame) เมื่อเทียบกับกรอบอ้างอิงที่ไม่มีการเคลื่อนที่ (Fixed Reference Frame) ในหัวข้อนี้เราจะให้ความสนใจกับการหมุนเท่านั้นดังนั้นเราจึงกำหนดให้ (O xyz)i เป็นจุดเดียวกับ (O xyz)o ดังนั้นจากรูปเราจะเห็นได้ว่า

รูป 3-4 Rotation matrix

จากสมการด้านบนนำมาหา dot product จะได้สมการดังนี้

$$x_0 = \hat{i}_0 \cdot \hat{i} x_i + \hat{i}_0 \cdot \hat{j}_i y_i + \hat{i}_0 \cdot \hat{k}_i z_i \text{ ------ take } \hat{i}_0$$

$$y_0 = \hat{j}_0 \cdot \hat{i} x_i + \hat{j}_0 \cdot \hat{j}_i y_i + \hat{j}_0 \cdot \hat{k}_i z_i \text{ ------ take } \hat{j}_0$$

$$z_0 = \hat{k}_0 \cdot \hat{i} x_i + \hat{k}_0 \cdot \hat{j}_i y_i + \hat{k}_0 \cdot \hat{k}_i z_i \text{ ------ take } \hat{k}_0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จัดสมการในรูปของ Matrix จะได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \\ z_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{i}_0 \cdot \hat{i}_1 & \hat{i}_0 \cdot \hat{j}_1 & \hat{i}_0 \cdot \hat{k}_1 \\ \hat{j}_0 \cdot \hat{i}_1 & \hat{j}_0 \cdot \hat{j}_1 & \hat{j}_0 \cdot \hat{k}_1 \\ \hat{k}_0 \cdot \hat{i}_1 & \hat{k}_0 \cdot \hat{j}_1 & \hat{k}_1 \cdot \hat{k}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix}$$

หรือ

$$r_0 = A_1 r_1$$

โดยเรียก A ว่า Rotation Matrix

แต่จากโครงสร้างของ Robot พื้นที่การทำงานจะเป็น 2 มิติ โดยจะหมุนรอบแกน Z ดังนั้นจะได้ A ดังนี้

เมื่อ

$$A = \begin{bmatrix} & & \\ & & \\ & & \end{bmatrix}$$

รูป 3-5 Rotation matrix eqation

3.1.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็ง (Rigid Body Motion)

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบาย การเคลื่อนที่ของวัตถุแข็งเกร็งโดยพิจารณาทั้ง Rotation และ Translation ในการเคลื่อนที่วัตถุแข็งเกร็ง

จากหัวข้อ Rotation Matrix จะได้

$$r' = A_1 r_1$$

โดยที่ r' คือ เวคเตอร์ที่มี

$$\hat{i}_1 = \hat{i} \cdot \hat{j}_1 = \hat{j} \cdot \hat{k}_1 = \hat{k}$$

เมื่อนำไปแทนใน Translation จะได้สมการรวมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

83064

$$r = C_1 + A r_1$$

แต่จากการทำงานของ Robot เราจะควบคุมเป็นระนาบ 2 มิติ ที่หมุนรอบแกน Z ดังนั้นสมการ Matrix ที่ได้จะเป็นดังนี้

$$\begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \end{bmatrix}$$

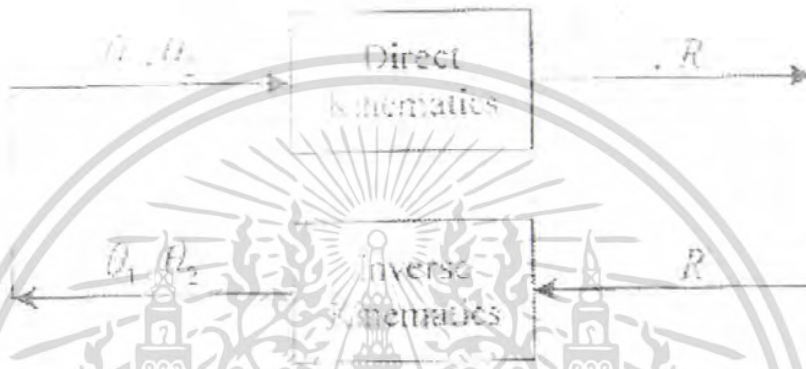
รูป 3-6 Rigidbody Motion & Two-dimensional of rigid body motion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 กลศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่โดยตรงและผันกลับ (Direct & Inverse Kinematics Equation)

Direct Kinematics เป็นสมการที่ใช้อธิบายการควบคุมเวคเตอร์ลัพธ์(R) ของตัว Robot โดยการป้อนพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ค่ามุม (,) ค่าความยาวของแต่ละLink (L)เป็นต้นหรือ R = f (, ,) นั่นเอง

Inverse Kinematics เป็นการคำนวณหาพารามิเตอร์ต่างๆ ณ จุดปลาย (R) ต่างๆเพื่อใช้ในการป้อนค่าไปควบคุม



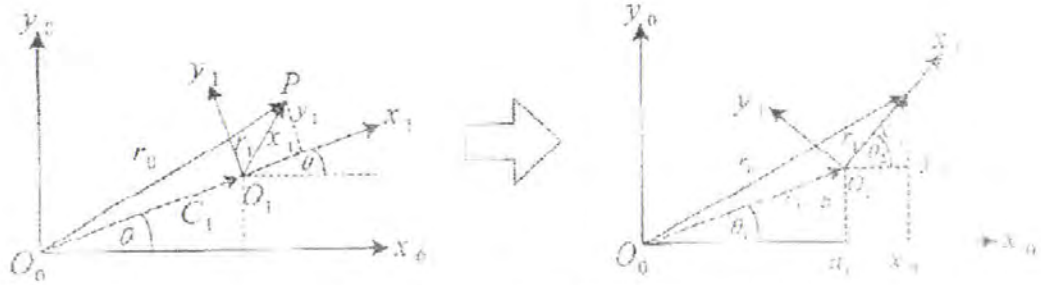
ภาพที่ 3-7 ความสัมพันธ์กันระหว่าง Direct Kinematic กับ Inverse Kinematic

จากหลักการของ Direct & Inverse Kinematics จะเห็นว่า Inverse Kinematics จะเหมาะสมกับการที่เราทราบตำแหน่งของเวคเตอร์ลัพธ์ (R) จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ควบคุม จากนั้นจึงนำพารามิเตอร์เหล่านี้ไปป้อนให้กับ Robot เพื่อให้ได้ตำแหน่งลัพธ์ตามที่ต้องการ

จากทฤษฎีที่ได้ศึกษาแล้ว เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับ Robot ที่ได้ศึกษา ทำให้สร้างสมการต่างๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.1 Direct kinematics equation



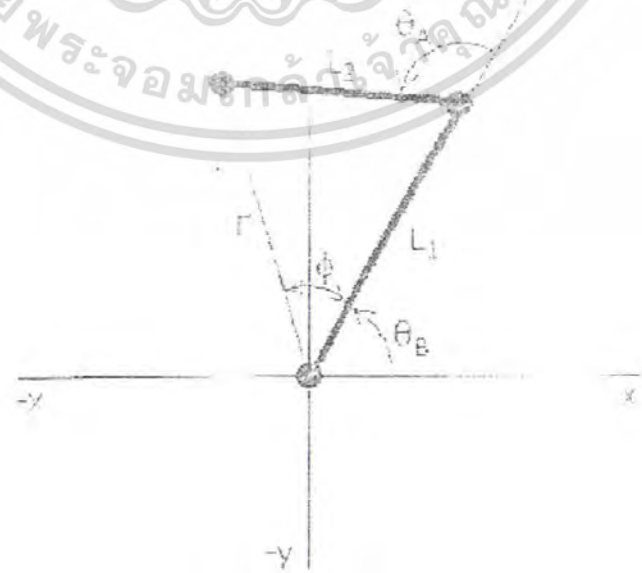
$$a_1 = |C_1|\cos\theta_1, b_1 = |C_1|\sin\theta_1, y_1 = 0$$

$$\begin{bmatrix} x_0 \\ y_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} |C_1|\cos\theta_1 \\ |C_1|\sin\theta_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} r_1|\cos\theta_2 \\ r_1|\sin\theta_2 \end{bmatrix}$$

รูป 3-8 Direct kinematics equation

จากรูปเราให้จุด P ตกลงบน x1 เพื่อง่ายต่อการพิจารณา ทำให้ขนาดของ x1 = r1 (y1 = 0)

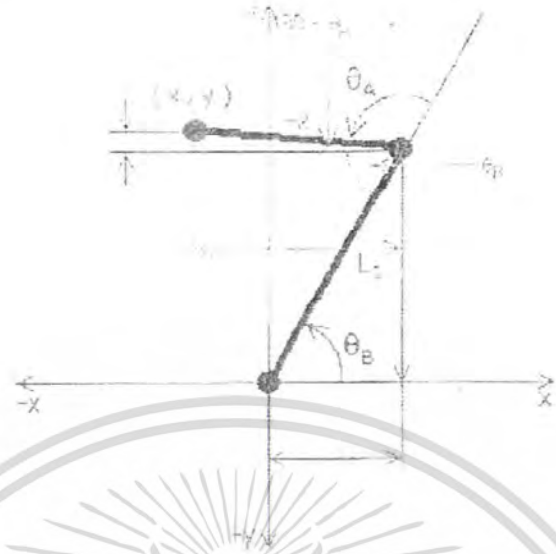
เมื่อนำมาพิจารณาจะได้ [illegible] ดังสมการดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการด้านบนและข้อมูลที่มี ทำให้เราสามารถสร้าง Direct Kinematics Equation

ดังนี้



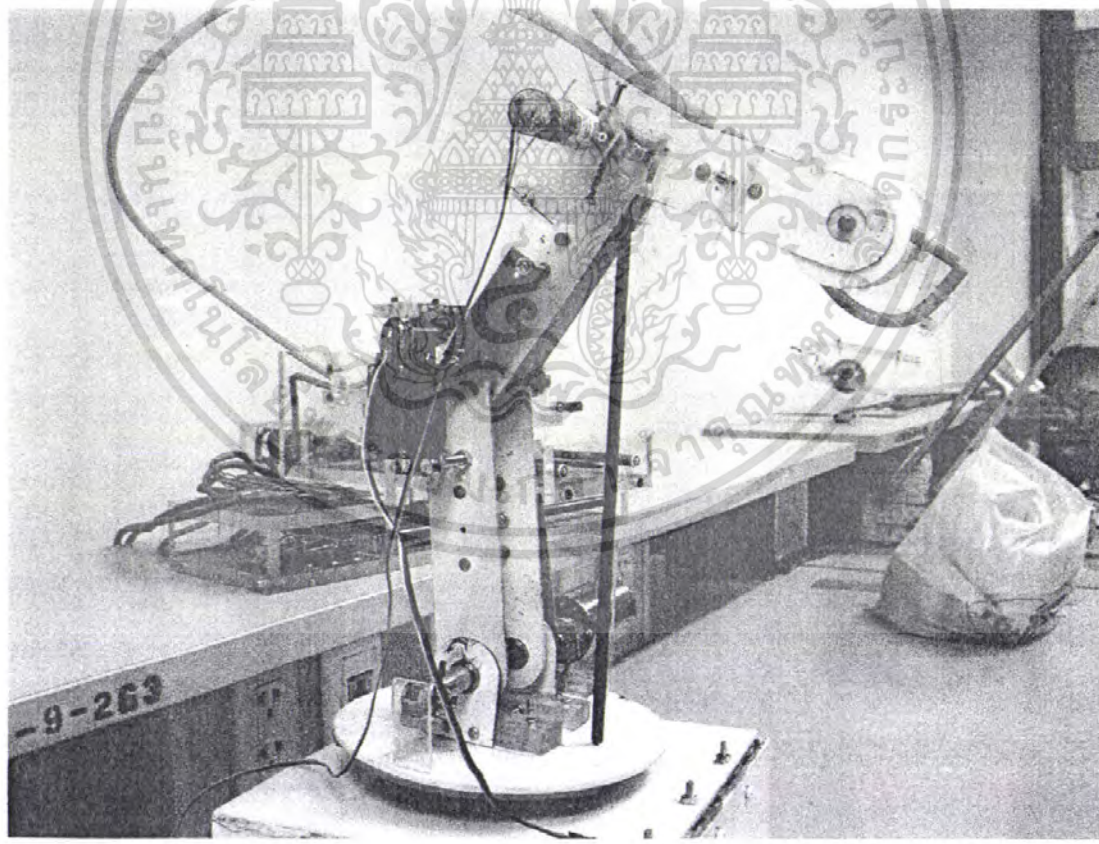
$$x = L_1 \cos\theta_A - L_2 \cos(180 - \theta_A - \theta_B)$$

$$y = L_1 \sin\theta_A + L_2 \sin(180 - \theta_A - \theta_B)$$

จากการคำนวณและออกแบบทั้งหมดได้นำไปสร้างแขนกล ดังภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3-9 แขนกลจำลอง



รูปที่ 3-10 แขนกลที่สร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 หลักการพ่นสี

หลักการพ่นสีจะอาศัยความรู้ของ แบนูรี่ ที่ค้นพบสูตร ของของไหล กล่าวว่าถ้าทำให้ลมมีความเร็วแตกต่างกันได้สองจุด ก็จะเกิดความดันที่แตกต่างกัน เหมือนเวลาเรานั่งรถยนขณะที่รถสิบล้อวิ่งเร็ว ๆ สวนมา รถเราจะถูกดูดเข้าไปหลังรถสิบล้อที่สวนมาเพราะลมหลัง สิบล้อนั้นมีความเร็วกว่าลมรอบ ๆ รถของเรา เราจะใช้หลักการนี้ในการพ่นสีของแขนกลซึ่งใช้หลักการในการออกแบบดังนี้

3.2.1หลักการของเบอร์นูลี่

แดเนียล เบอร์นูลี่ นักวิทยาศาสตร์ชาวสวิสกล่าวว่าในระบบที่มีการไหลสม่ำเสมอหรืออัตราการไหลคงที่จะมีพลังงานเกิดขึ้นจากความดัน ความเร็วและตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของของไหลจากจุดๆ หนึ่งไปยังจุดหนึ่งภายในท่อทาง โดยผลรวมของพลังงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระบบย่อมมีค่าคงที่ถ้าไม่คิดพลังงานที่สูญเสียจากการเสียดทาน จากที่กล่าวทำให้สามารถใช้หลักการมาเป็นหัวสำหรับพ่นลมได้

กล่าวโดยสรุปคือถ้ามีท่อ2ท่อที่มีความดันอากาศต่างกัน มาจ่อติดกัน ท่อที่มีความดันมากกว่าจะดันอากาศของท่อที่มีความดันน้อยกว่าขึ้นมา แต่ในที่นี้ท่อที่มีความดันน้อยกว่าเป็นท่อที่ต่อกับถังสีไว้ อากาศที่ถูกดึงขึ้นมาจึงพัดพาน้ำสีน้ำขึ้นมาได้ ออกมาเป็นหลักการพ่นสีของแขนกลนี้

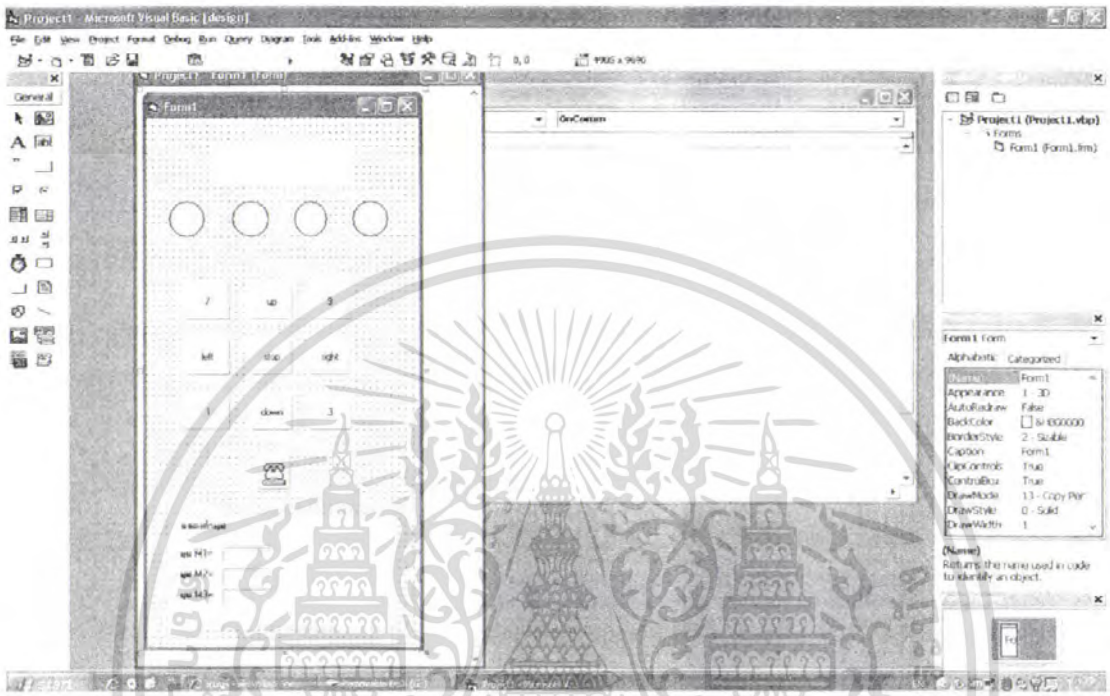
รูปที่ 3-11 หลักการพ่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบระบบควบคุม

3.3.1 หน้าจอควบคุมVisual Basic ผ่านพอร์ตอนุกรม

การออกแบบหน้าจอควบคุมนี้ใช้Visual Basicควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม ซึ่งมีปุ่มควบคุมและหน้าจอแสดงผลต่างๆดังนี้



รูป 3-12 หน้าต่างโปรแกรมควบคุม

จากหน้าต่าง button ที่ใช้ควบคุมมอเตอร์แขนกลทั้ง 4 ตัวมีทั้งสิ้น 8 ปุ่ม มีหน้าที่การทำงานดังนี้

command_button

left – right ควบคุมฐาน

up – down ควบคุมแขนข้อที่ 1

up2 –down2 ควบคุมแขนข้อที่ 2

up3 – down3 ควบคุมแขนข้อที่ 3

แสดงค่ามุม

มุม M1 แสดงค่าเฟสที่ 1

มุม M2 แสดงค่าเฟสที่ 2

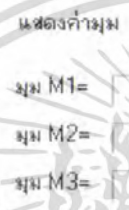
มุม M3 แสดงค่าเฟส 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED แสดงการทำงาน

ไฟดวงที่ 1	มอเตอร์ที่ฐาน on
ไฟดวงที่ 2	มอเตอร์ข้อที่ 1 on
ไฟดวงที่ 3	มอเตอร์ข้อที่ 2 on
ไฟดวงที่ 4	มอเตอร์ข้อที่ 3 on

เมื่อกด button แต่ละปุ่มจะส่งค่าให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมแขนกลตามคำสั่งที่ส่งไป โดยมีเซนเซอร์ที่เป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ส่งสัญญาณกลับเป็นแรงดันแปลงจากวงจร A/D ของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาเป็นอินพุตแสดงผลเป็นค่ามุมที่หน้าจอ Visual Basic



รูป 3-13 ส่วนแสดงผล

เป็นส่วนรับค่ามุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทราบว่าขณะนี้แขนแต่ละแกนมีค่ามุมเท่าใด

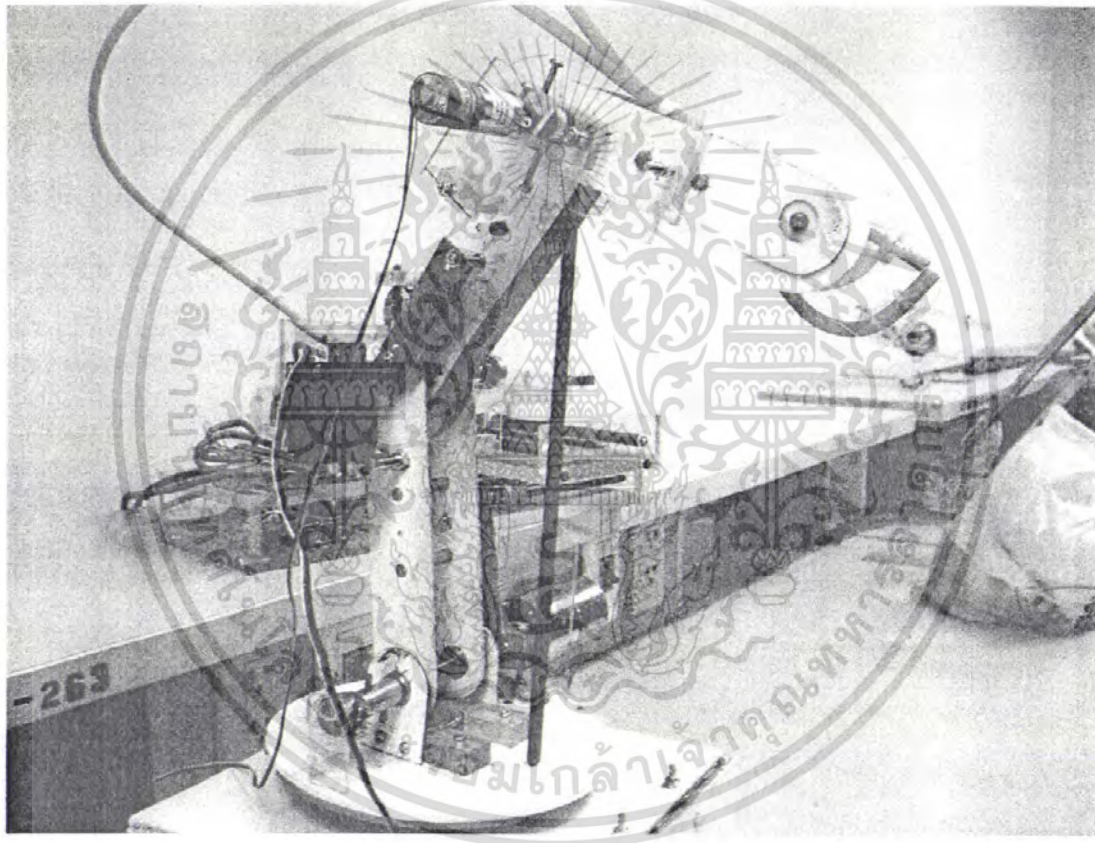
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 การทดลองชิ้นงานตามหลักการออกแบบ

เมื่อทำการสร้างแขนกลจากทฤษฎีที่คำนวณและออกแบบแล้ว โดยวัสดุที่ใช้ทำโครงงาน คือ แผ่นปริ้นอิบ็อกซี่ และใช้น็อตขนาด M 3 เป็นตัวยึดข้อต่อต่างๆ ตามรูปแบบที่planไว้ ปรากฏว่าแขนกลมีความerrorที่ชิ้นส่วน เกิดจากการเบี้ยวของวัสดุ จากการตรวจสอบพบว่าเกิดขึ้นที่ข้อต่อของservo motor แต่ถือว่าเป็นความผิดพลาดที่ยอมรับได้ โดยทำการแก้ไขerrorนี้ด้วยการออกแบบตัวชดเชย



รูป 4-1 แขนกลพ่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองระบบควบคุม

จากหน้าจอควบคุมที่เขียนจากVisual Basic และวงจรขยาย (Driver) กับชุดควบคุมแล้ว จึงเริ่มทำการทดลอง พบว่าแขนกลทำงานได้มีเสถียรภาพดี เว้นแต่การควบคุมส่วนของDCมอเตอร์ ที่มีปัญหาเรื่องจังหวะการเคลื่อนที่ที่เกิดดีเลย์จังหวะสะดุดทำให้การเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้

ในข้อต่อที่ 2 ซึ่งติดตั้งให้ขับเคลื่อนด้วย servo motor เคลื่อนที่ได้ดีและมีเสถียรภาพเกิดerrorน้อย เพราะเคลื่อนที่ได้นิ่งและเรียบกว่าDCมอเตอร์

ส่วนของเซนเซอร์ที่เป็น feedback ป้อนกลับนั้นตรวจสอบการเคลื่อนที่เป็นองศาการเคลื่อนที่ด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้ ปรากฏว่ามีความแม่นยำต่ำเพราะสัญญาณจาก A/D มีค่า rise time สูงทำให้สัญญาณมีดีเลย์และเสียจังหวะการตรวจจับมุม แต่ก็ยังทำงานได้ดีและค่าผิดพลาดยังอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

4.3 การทดลองระบบพ่นสี

จากการใช้หลักการของเบอร์นูลลี่เป็นวิธีพ่นสี การเว้นระยะห่างของท่อ 2 ท่อและพบว่าจะทำให้การพ่นสีมีความละเอียดไม่เท่ากัน ซึ่งพอจะนำการทดลองพ่นสีแบบต่างๆมาสรุปได้โดยย่อ ดังนี้

4.3.1 วางท่อลมเหนือท่อสี—ใกล้

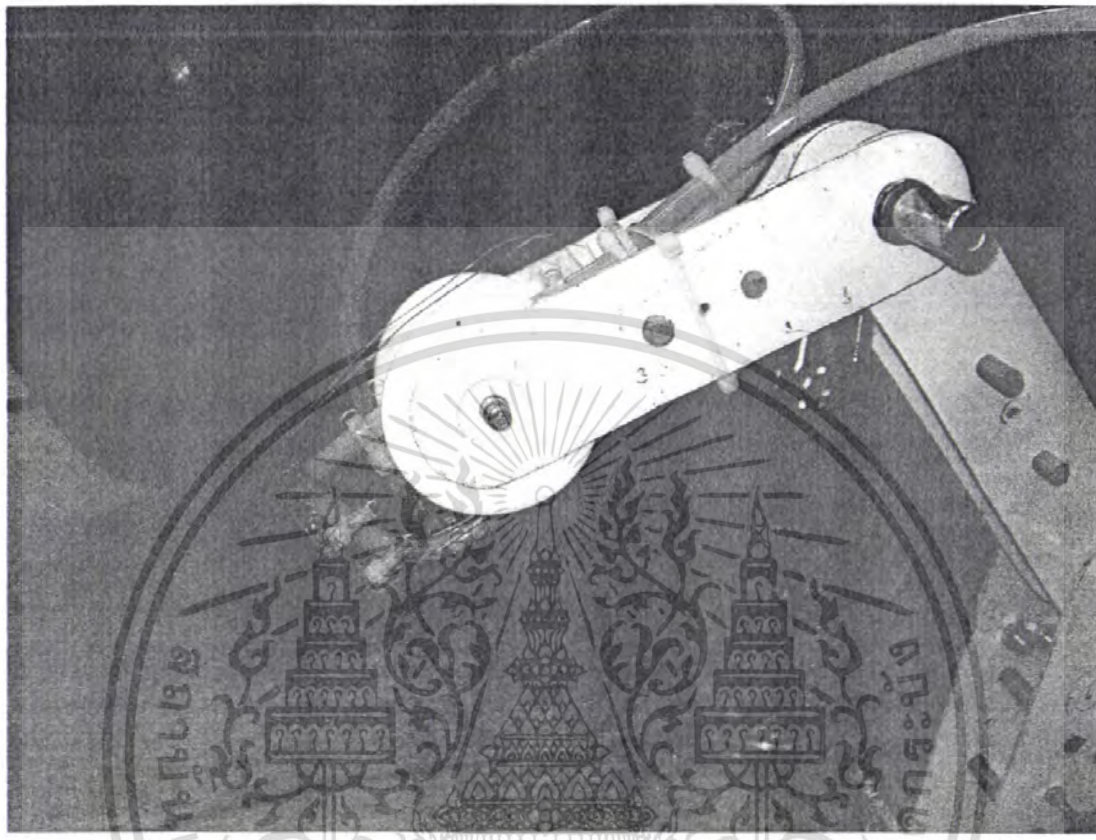
การวางระบบพ่นสีแบบนี้พบว่าสีที่พ่นจะออกมาแรงและไกลมาก แต่ถ้าอยู่ไกลการกระจายจะบาง พิจารณาว่าน่าจะเหมาะกับการพ่นพื้นที่ใกลๆและกว้างเสียมากกว่า

รูป 4-2 วางท่อลมเหนือท่อสี—ใกล้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ท่อลมอยู่เหนือท่อสี—ห่าง

วางในลักษณะนี้พบว่าสีออกมาน้อย ไม่กระจาย และยังขึ้นช้าอีกด้วย แต่พ่นได้เป็นจุดๆเดียว พิจารณาว่าเหมาะแก่การใช้งานแบบจุดเล็กๆ

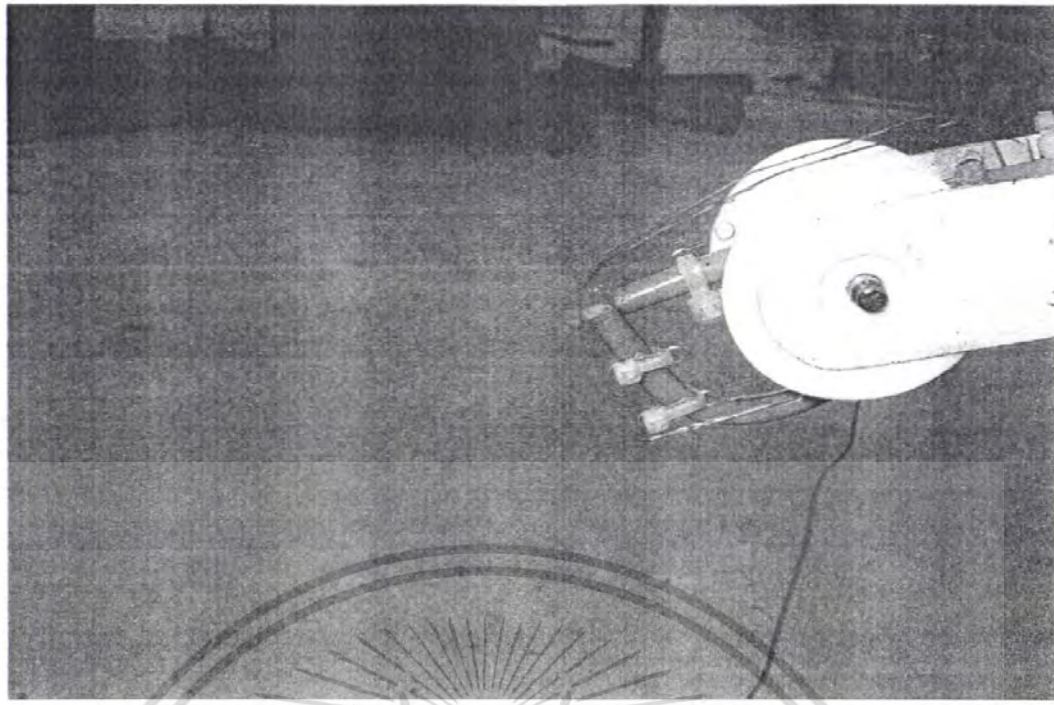


รูป 4-3 ท่อลมอยู่เหนือท่อสี—ห่าง

4.3.3 ท่อสีวางหน้าท่อลม—ใกล้

เมื่อเปิดลมแล้วพบว่ารอให้สีพ่นออกมานานมาก การพ่นสีก็จะกระจายขึ้นไปด้านบน ไม่ลงพื้น ปลิวไปตามลม พิจารณาว่าไม่เหมาะการใช้งาน

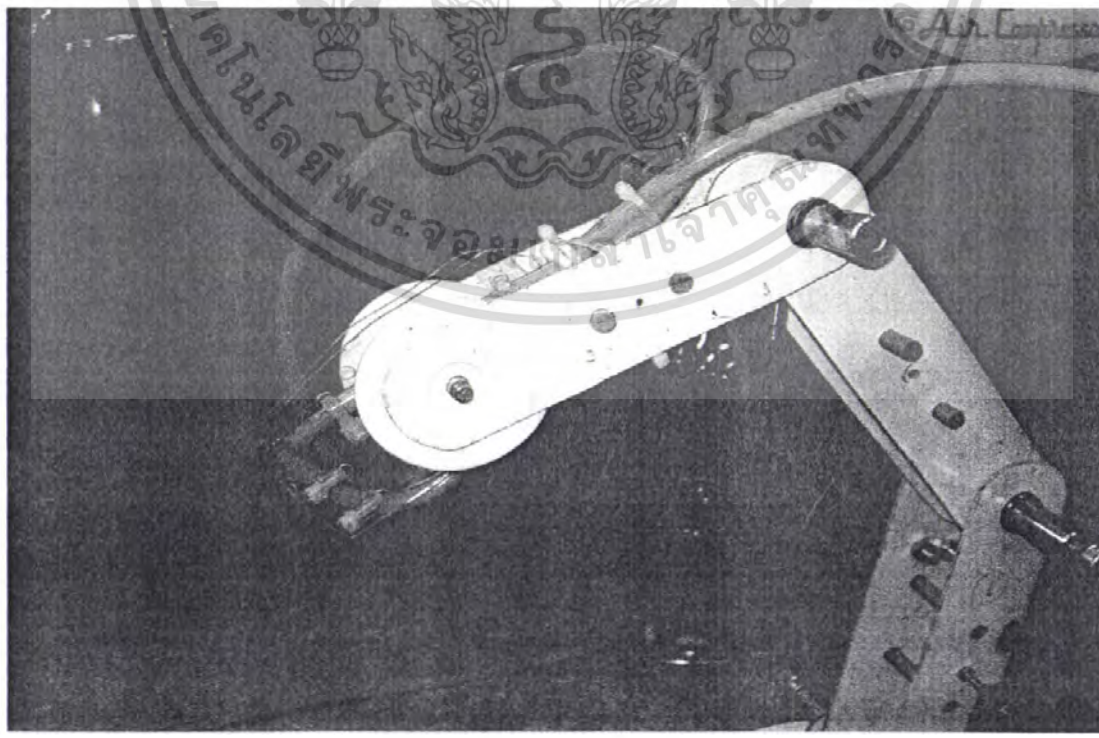
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4-4 ท่อสีวางหน้าท่อลม—ใกล้

4.3.4 ท่อสีวางหน้าท่อลม—ห่าง

เมื่อวางท่อลมห่างออกไป พบว่าต้องเปิดลมแรงมากๆ เพื่อดูดสีให้ขึ้นมา แต่ก็ไม่น่าพอใจ เพราะสีพ่นมาไม่ต่อเนื่อง มีจังหวะตก พิจารณาว่าไม่เหมาะแก่การใช้งาน



รูป 4-5 ท่อสีวางหน้าท่อลม—ห่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผล

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานนี้ประกอบด้วย แขนกล และ ระบบควบคุมผ่านพอร์ตอนุกรม พบว่าสามารถทำงานได้ซึ่งเป็นไปตามหลักการที่ออกแบบไว้ แต่ในเรื่องของความละเอียดยังมีข้อผิดพลาดทั้งการเคลื่อนที่ที่มีจังหวะตก และการพ่นสีที่มีการควบคุมไม่ได้ แต่ก็ยังอยู่ในขอบเขตที่ยอมรับได้

แขนกลนี้เคลื่อนที่ด้วยDC motor 3ตัว และservo motor 1 ตัวservo motorทำงานมีเสถียรภาพเคลื่อนที่ได้นิ่ง และแม่นยำกว่า จึงเกิดแนวคิดว่าถ้าใช้servo motorทั้งหมดน่าจะทำให้แขนกลเคลื่อนที่ได้ดีขึ้น

การพ่นสีที่ทดลองมาหลายแบบ ซึ่งสรุปได้ว่า การจะใช้ท่อพ่นสีลักษณะไหนขึ้นอยู่กับความต้องการและลักษณะงานที่ทำ ซึ่งทั้งหลายแบบนั้นสามารถใช้งานได้แตกต่างกัน

ระบบfeedback ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้พบว่าไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ มีค่าerrorยอะและไม่ค่อยเสถียร ถ้าปรับปรุงในส่วนนี้น่าจะทำให้แขนกลละเอียดขึ้น

5.2 ปัญหาที่พบ

ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ในการสร้างชิ้นส่วนต่างๆ จะมีค่าerrorในการทำเกิดขึ้น ถ้าทำน้อยชิ้นจะเห็นว่าไม่ค่อยมีปัญหามากนัก แต่เมื่อวัดสะสมๆไปเรื่อยๆจะเกิดค่าerrorที่มากขึ้น เช่น เมื่อนำชิ้นส่วนมาประกอบกันแล้ว เกิดการบิดเบี้ยวของแขน แต่ก็มีผลกระทบเล็กน้อย ซึ่งแก้ปัญหาได้จากปรับพื้นระดับของฐานได้

ปัญหาใหญ่อีกจุด คือ ระบบเซ็นเซอร์ แขนกลนี้ใช้การอ่าน A/D จากตัวต้านทานปรับค่าได้ มีความล่าช้ากว่าการเคลื่อนที่ของแขนจริง ซึ่งต้องแก้ไขในโปรแกรม

5.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

1. สามารถนำความรู้ไปใช้งานได้จริง
2. ฝึกให้มีการเรียนรู้งาน ได้ประสบการณ์ในการทำงาน
3. ฝึกฝนและพัฒนาทักษะด้านต่างๆให้ชำนาญมากขึ้น
4. รู้จักวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาการทำงาน ซึ่งต้องใช้ในการทำงานทุกด้าน
5. สามารถนำความรู้ความสามารถไปใช้พัฒนาวิชาชีพต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] อภิชาติ ภู่พลับ. **เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic**. (พิมพ์ครั้งที่ 1).นนทบุรี : สำนักพิมพ์ DEV Book,2546.

[2] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. **คู่มือเรียน Visual Basic 2005.** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ Provision. 2549.

[3] อรพัน ประวัติบริสุธิ์. **คู่มือเรียนภาษา C** . (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ Provision. 2547.

[4] วิทยา สงวนวรรณ. **คู่มือการเขียนแบบด้วย AutoCAD Isometric for Engineer.** สมุทรปราการ : สำนักพิมพ์ เอนจิเนียร์ แอนด์ อคิเตค พลัส.

[5] ประจิน พลังสันติกุล. **PIC Works Examples and C source code.** กรุงเทพฯ : บริษัท แอพ ซอฟต์ เทค จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

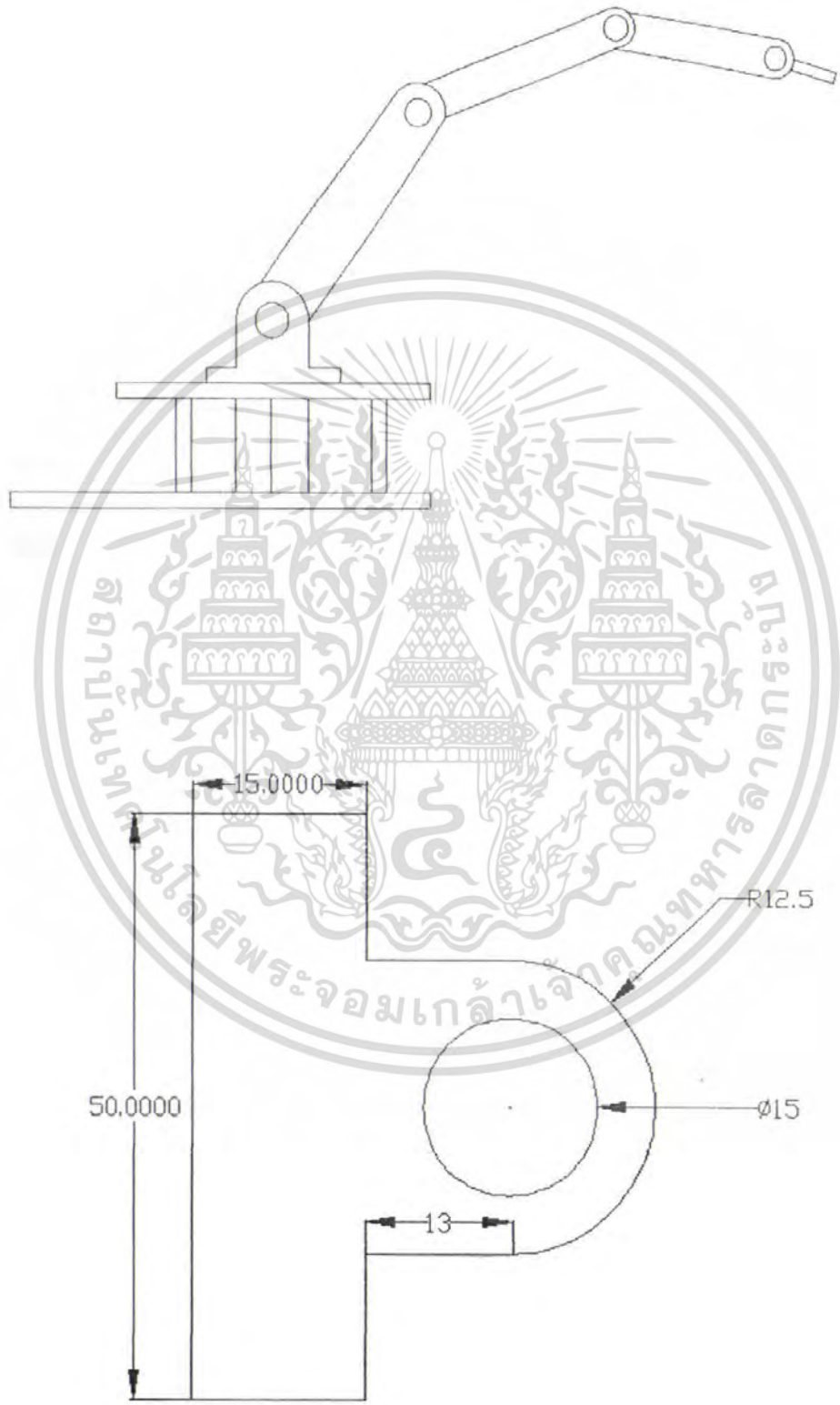
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

แบบวาดDrawingของแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Outline Drawing



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารประกอบการใช้งาน DC Motor Driver

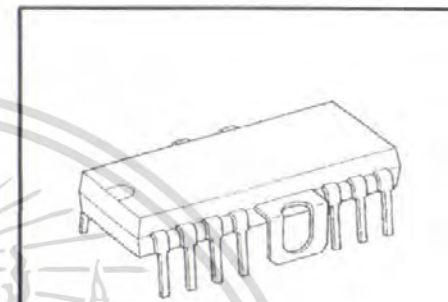
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOSHIBA BIPOLAR LINEAR INTEGRATED CIRCUIT SILICON MONOLITHIC

TA7279P, TA7279AP

DUAL BRIDGE DRIVER

The TA7279P, TA7279AP are dual bridge driver designed for DC motor rotation control.



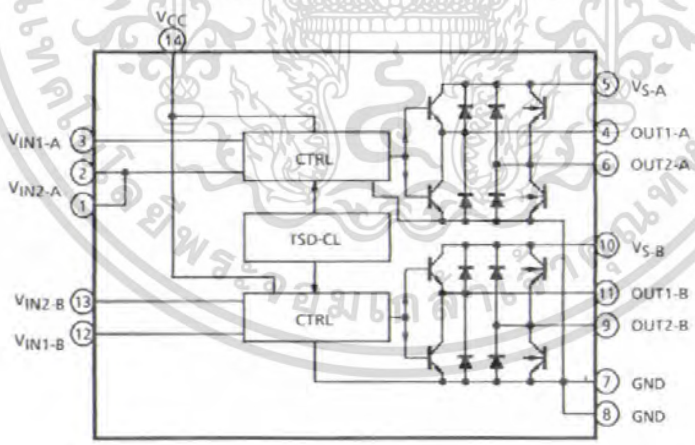
HDIP14-P-500-2.54A

Weight : 3.00g (Typ.)

FEATURES

- Wide Range of Operating Voltage
  : V_{CC} (opr.) = 6~18V (P, AP),
  V_S (opr.) = 0~16V (P) / = 0~18V (AP)
- Output Current Up to 1.0A (AVE.), 3.0A (PEAK)
- Built-in Thermal Shut Down and Current Limiter
- Input Hysteresis for Stable Operation

BLOCK DIAGRAM



961001EBA1

- TOSHIBA is continually working to improve the quality and the reliability of its products. Nevertheless, semiconductor devices in general can malfunction or fail due to their inherent electrical sensitivity and vulnerability to physical stress. It is the responsibility of the buyer, when utilizing TOSHIBA products, to observe standards of safety, and to avoid situations in which a malfunction or failure of a TOSHIBA product could cause loss of human life, bodily injury or damage to property. In developing your designs, please ensure that TOSHIBA products are used within specified operating ranges as set forth in the most recent products specifications. Also, please keep in mind the precautions and conditions set forth in the TOSHIBA Semiconductor Reliability Handbook.
- The products described in this document are subject to foreign exchange and foreign trade control laws.
- The information contained herein is presented only as a guide for the applications of our products. No responsibility is assumed by TOSHIBA CORPORATION for any infringements of intellectual property or other rights of the third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any intellectual property or other rights of TOSHIBA CORPORATION or others.
- The information contained herein is subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

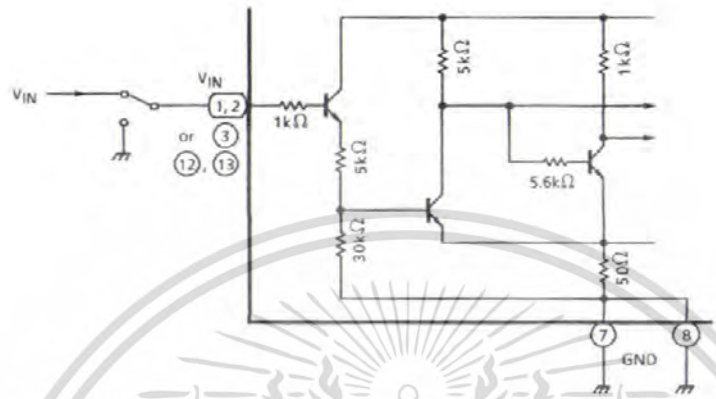
PIN FUNCTION

PIN No.	SYMBOL	FUNCTIONAL DESCRIPTION
1	V_{IN2-A}	A-ch input terminal
2	V_{IN2-A}	
3	V_{IN1-A}	A-ch input terminal
4	OUT1-A	A-ch output terminal
5	V_{S-A}	A-ch Motor drive power supply
6	OUT2-A	A-ch output terminal
7	GND	GND terminal
8	GND	
9	OUT2-B	B-ch output terminal
10	V_{S-B}	B-ch Moter drive power supply
11	OUT1-B	B-ch output terminal
12	V_{IN1-B}	B-ch input terminal
13	V_{IN2-B}	B-ch input terminal
14	V_{CC}	Logic power supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

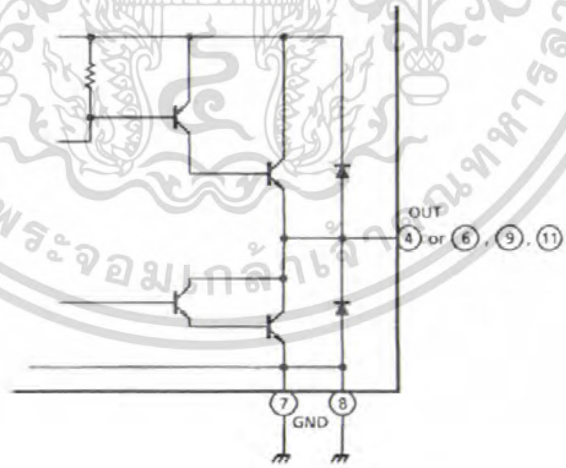
APPLICATION NOTE

(1) Input circuit



Input terminals of ②, ③, ⑫ and ⑬Pin are all high active type and have a hysteresis.
3μA Typ. of input current is required.
The input circuit is an active high type, as shown in the diagram. When voltage higher than the specified $V_{IN\,(H)}$ is applied, the output is logic "H". When voltage lower than the specified $V_{IN\,(L)}$ is applied or if the input is grounded, the output is logic "L". Since the input current IN flows to the input when logic "H", be careful with the output impedance at the previous step.

(2) Output circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION

IN1	IN2	OUT1	OUT2	MODE
1	1	L	L	BRAKE
0	1	L	H	CW / CCW
1	0	H	L	CCW / CW
0	0	High Impedance		STOP

MAXIMUM RATINGS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC		SYMBOL	RATING	UNIT
Supply Voltage	AP	V_{CC} (MAX.)	25	V
	P		20	
Motor Drive Voltage	AP	V_S (MAX.)	25	V
	P		18	
Output Current	PEAK	I_O (PEAK)	3.0	A
	AVE.	I_O (AVE.)	1.0	
Power Dissipation		P_D (Note)	2.3	W
Operating Temperature		T_{opr}	−30~75	°C
Storage Temperature		T_{stg}	−55~150	°C

(Note) No heat sink.

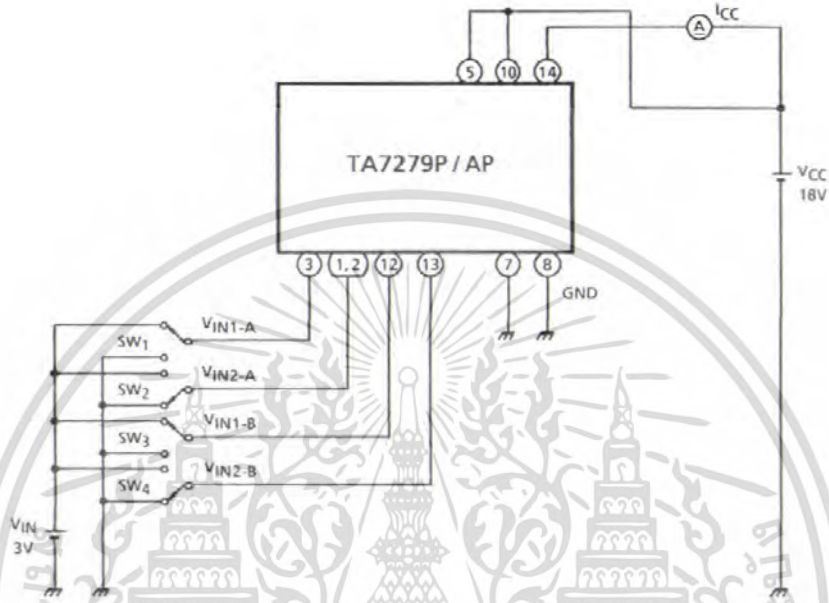
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Ta = 25°C)

CHARACTERISTIC		SYMBOL	TEST CIR-CUIT	TEST CONDITION	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Supply Current		I_{CC1}	1	V_{CC} = 18V, Output off, Stop mode	14	28	41	mA
		I_{CC2}	1	V_{CC} = 18V, Output off, CW / CCW mode	10	29	38	
		I_{CC3}	1	V_{CC} = 18V, Output off, Brake mode	8	20	35	
Input Operating Voltage	1 (High)	$V_{IN\,(H)}$	—	T_j = 25°C	3.0	—	V_{CC}	V
	2 (Low)	$V_{IN\,(L)}$	—	T_j = 25°C	—	—	0.8	
Input Current		I_{IN}	2	Sink, V_{IN} = 3V	—	3	10	μA
Output Saturation Voltage	Upper	V_{SATU-1}	3	I_O = 0.1A, V_{CC} = V_S = 18V.	—	—	1.1	V
	Lower	V_{SATL-1}	3	I_O = 0.1A, V_{CC} = V_S = 18V	—	—	1.0	
	Upper	V_{SATU-2}	3	I_O = 1.0A, V_{CC} = V_S = 18V	—	1.2	1.5	
	Lower	V_{SATL-2}	3	I_O = 1.0A, V_{CC} = V_S = 18V	—	1.05	1.4	
Leakage Current	Upper	I_{LU}	—	V_S = 25V	—	—	50	μA
	Lower	I_{LL}	—	V_S = 25V	—	—	50	
Diode Forward Drop	Upper	V_{FU}	4	I_F = 1A	—	2.5	—	V
	Lower	V_{FL}	4	I_F = 1A	—	1.3	—	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

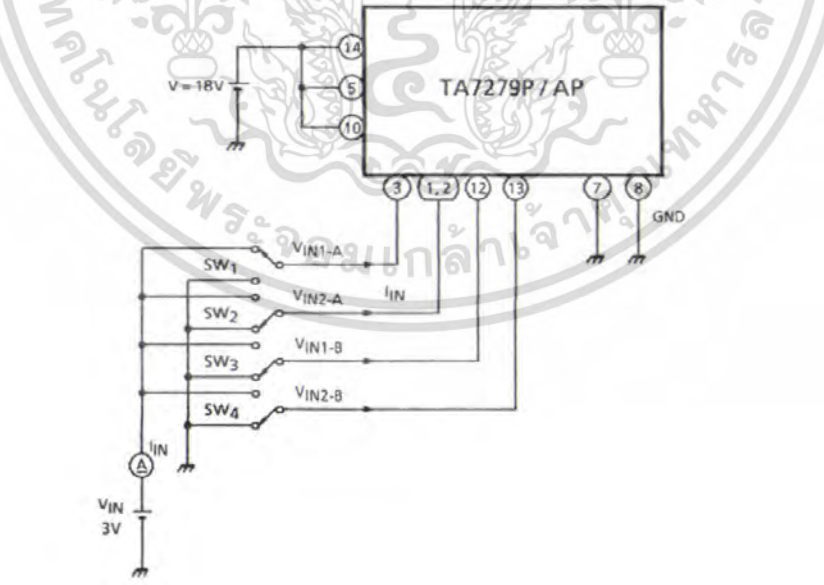
TEST CIRCUIT 1.

$I_{CC1, 2, 3}$



TEST CIRCUIT 2.

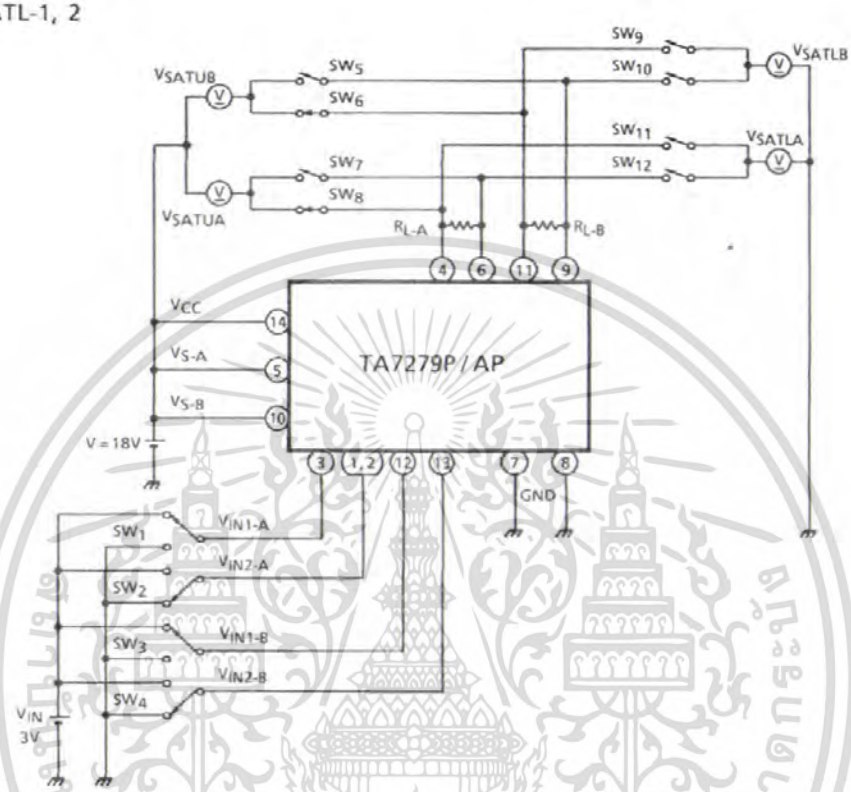
$I_{IN (H), (L)}$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

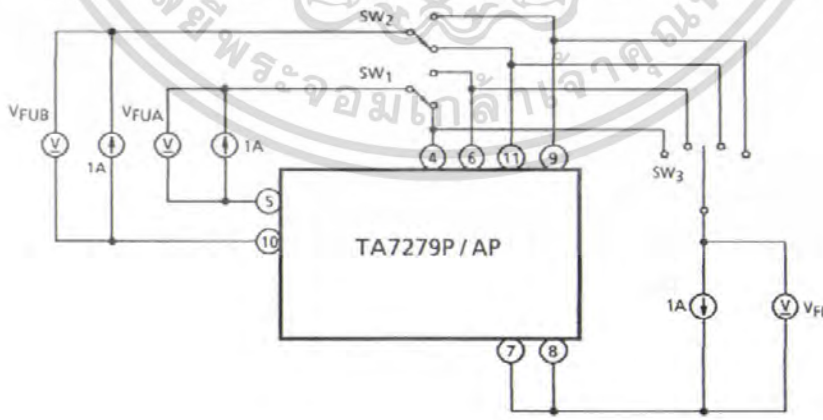
TEST CIRCUIT 3.

$V_{SATU-1, 2}/V_{SATL-1, 2}$

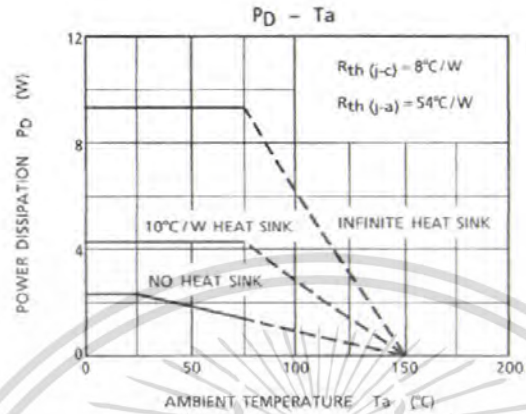


TEST CIRCUIT 4.

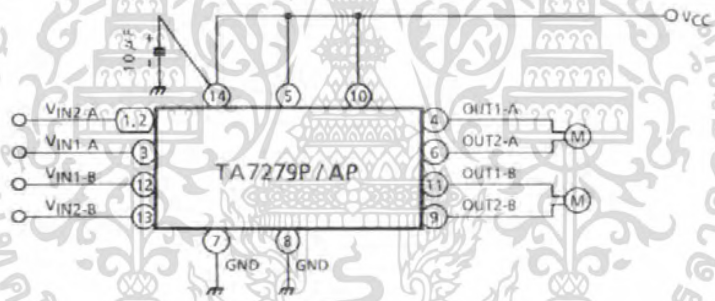
$V_{FU, L}$



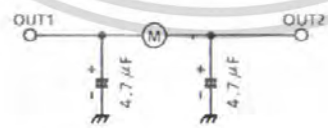
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



APPLICATION CIRCUIT



Problems may result if a capacitor is inserted in parallel to the motor as a measure against noise. If measures against noise are necessary, connect capacitors as shown in the diagram below. A larger bypass capacitor between V_{CC} and GND is effective against noise and other problems. (A capacitance higher than 100μF is recommended.)



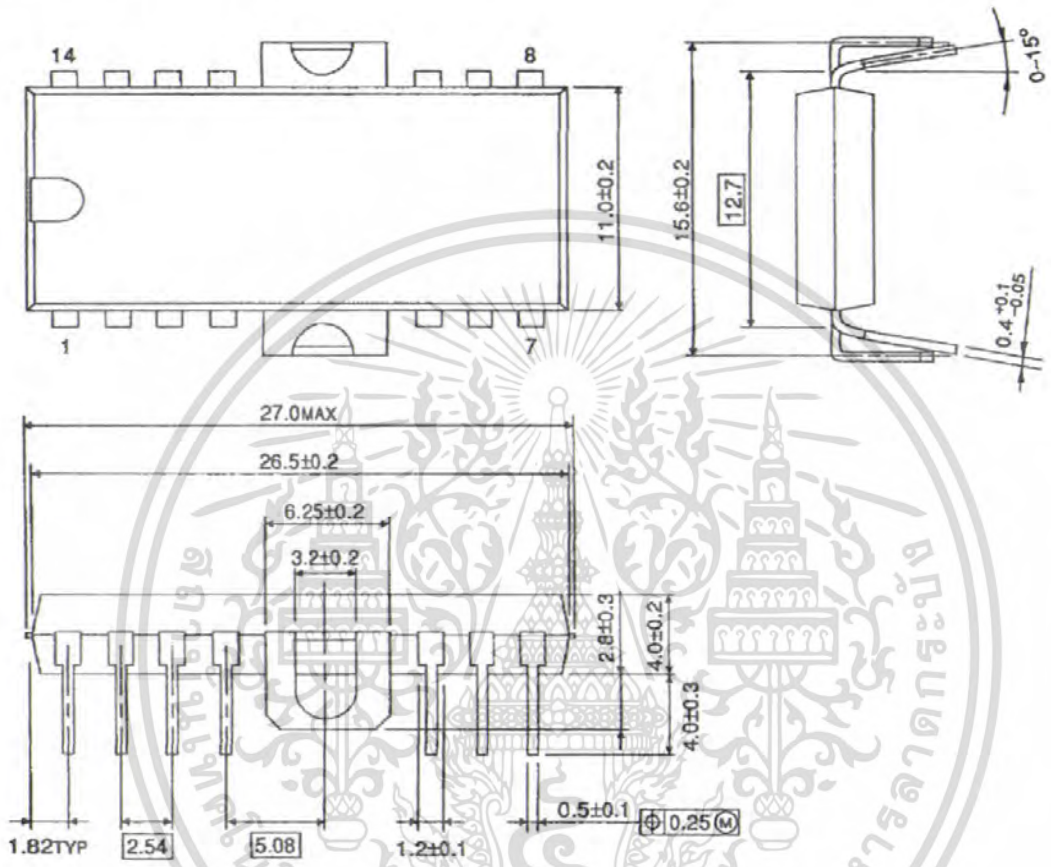
(Note) Utmost care is necessary in the design of the output line, V_S and GND line since IC may be destroyed due to short-circuit between outputs, air contamination fault, or fault by improper grounding.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUTLINE DRAWING

HDIP14-P-500-2.54A

Unit : mm



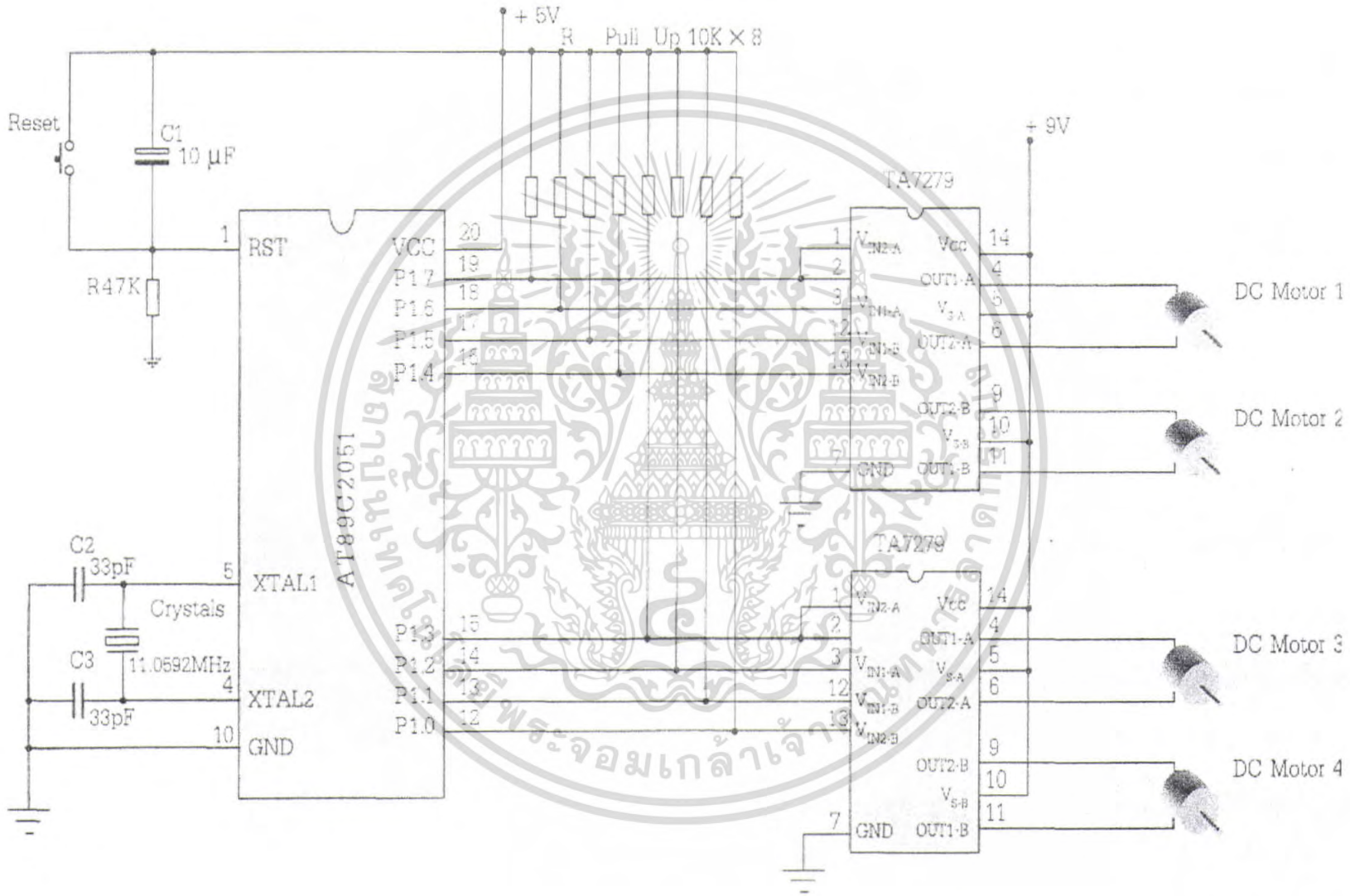
Weight : 3.00g (Typ.)

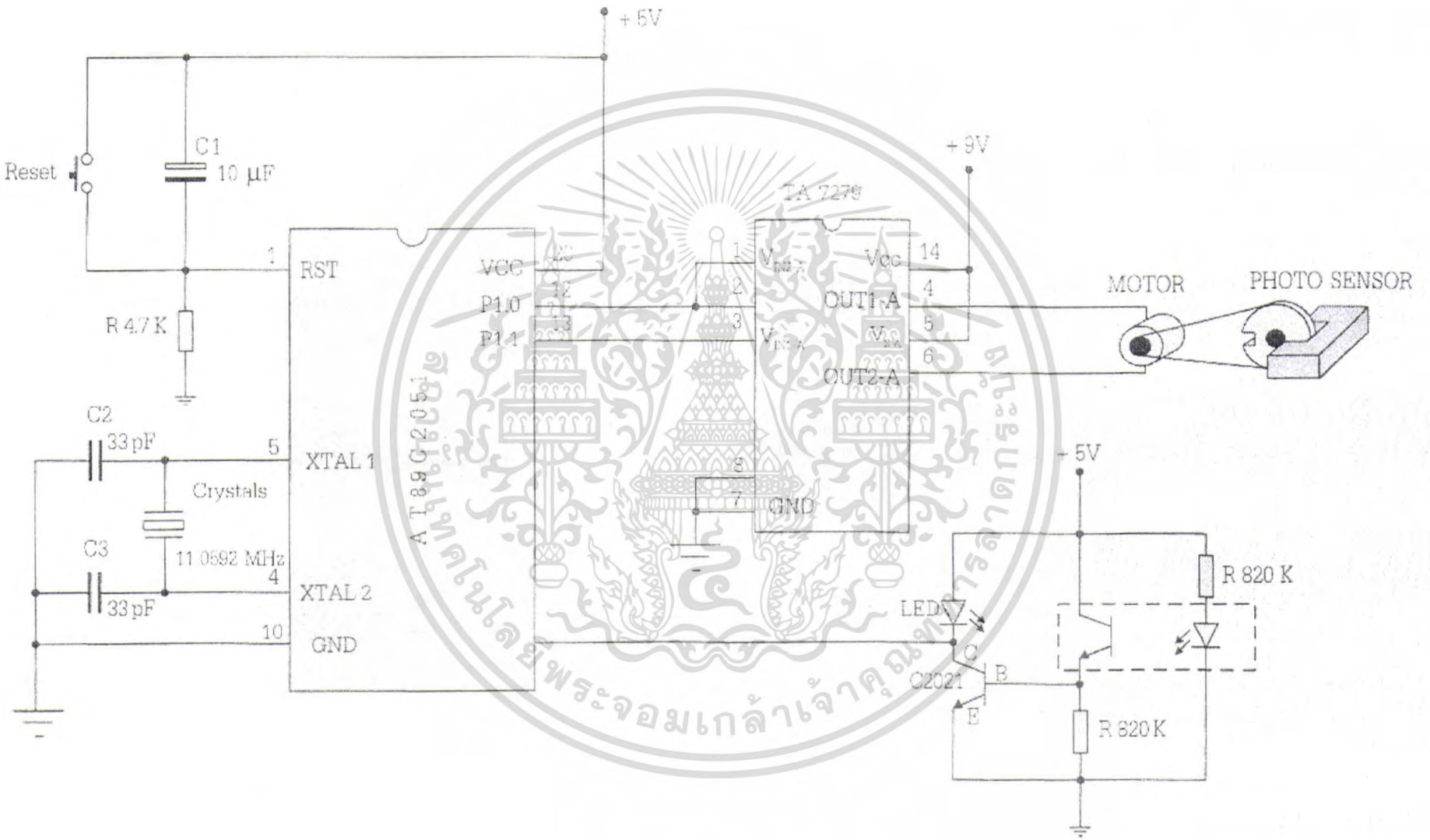
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

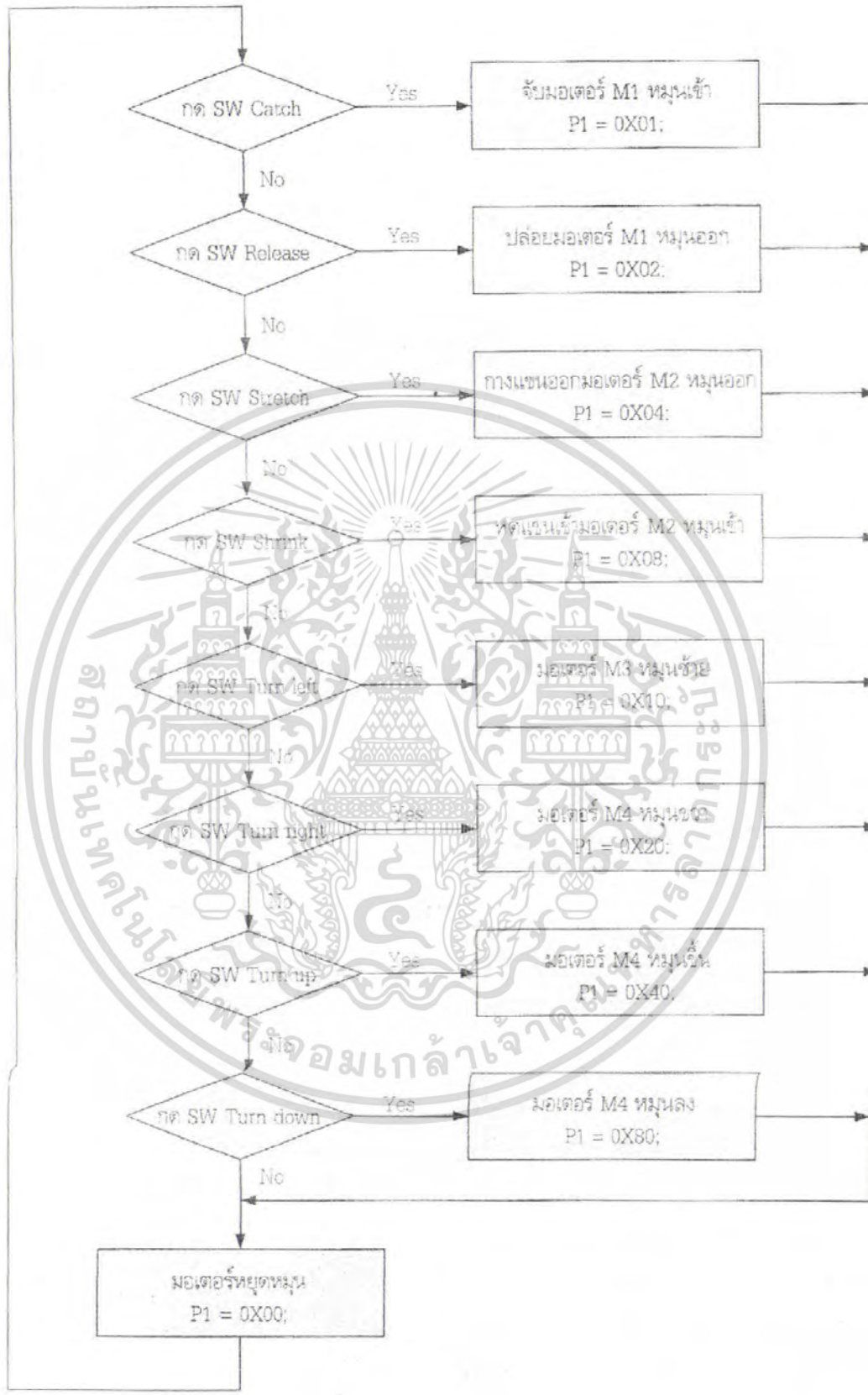
ภาคผนวก ค

วงจรควบคุมแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


+ 5V
R Pull Up 10K × 8
Reset
C1
10 µF
R47K
RST
AT89C2051
VCC
P1.7
P1.6
P1.5
P1.4
P1.3
P1.2
P1.1
P1.0
XTAL1
XTAL2
GND
C2
33pF
Crystals
11.0592MHz
C3
33pF
+ 9V
TA7279
TA7279
DC Motor 1
DC Motor 2
DC Motor 3
DC Motor 4


+ 5V
Reset
C1
10 µF
R 4.7 K
C2
33 pF
Crystals
C3
11.0592 MHz
33 pF
RST
XTAL 1
XTAL 2
GND
VCC
P1.0
P1.1
AT89C2051
TA 7279
+ 9V
Vcc
OUT1-A
OUT2-A
MOTOR
PHOTO SENSOR
LED
C2021
R 820 K
R 820 K



รูปที่ 5.8 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของโปแกรมควบคุมแขนกลตามการกดสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ภาษาควบคุมแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษา C สำหรับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมแขนกล

```
/* include  section */
#include "at89c51xd2.h"                    // AT89C51ED2 SFR : File
#include <stdio.h>
#include "pwm_servos.h"
sbit motor1_left = P1^0;
sbit motor1_right = P1^1;
sbit motor2_left = P1^2;
sbit motor2_right = P1^3;
sbit motor3_left = P1^4;
sbit motor3_right = P1^5;
sbit motor4_left = P1^6;
sbit motor4_right = P1^7;

unsigned char uart_data=0;
void delay(unsigned int count)
{
int i,j;
for(i=0;i<count;i++)
{
for(j=0;j<200;j++);
}
}
void serial_IT(void) interrupt 4
{

        if (RI == 1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {                                   /* if reception occur */
        RI = 0;                             /* clear reception flag for next reception
*/
        uart_data = SBUF;       /* Read receive data */
        SBUF = uart_data;       /* Send back same data on uart*/
        }
                        /* if emission occur */
                                /* clear emission flag for next emission*/
}               // Prototype declarations for I/O functions

/*---------------------------------------
The main C function.  Program execution Here
---------------------------------------*/
void serial_inter()
{
  CKCON0 = 0x01;                    // 6 Clock Mode(X2 Mode)
  IE0   = 0x00;                     // Initial Interrupt Control
  AUXR  |= 0x01;                    // Inhibit ALE Signal

  /* Initial MCS51 Serial Port */
      SCON = 0x50;                          /* uart in mode 1 (8 bit), REN=1
*/
  T2CON &= 0xF0;          /* EXEN2=0; TR2=0; C/T2#=0; CP/RL2#=0; */
  T2CON |= 0x30;          /* RCLK = 1; TCLK=1; */
  TH2=0xFF;               /* init value */
  TL2=0xFD;               /* init value */
          /* reload value, 115200 Bds at 11.059MHz */
         /* reload value, 115200 Bds at 11.059MHz */
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        ES = 1;                                          /* Enable serial
interrupt */
        EA = 1;                                          /* Enable global
interrupt */
  TR2 = 1;

  /* Initial Timer2 to Gen Baudrate */
  RCAP2H = 0xFF;                                  // High Byte Baudrate
9600(0xFF40)
  RCAP2L = 0x40;                                  // Low  Byte Baudrate
                        // Low  Byte Baudate
  RCLK  = 1;            // Enable RXD Baudrate
  TCLK  = 1;            // Enable TXD Baudrate
                // Start Timer2
  TI    = 1;

}


        void PowerOn()
{
  unsigned char inner, outer;

  IE0 = 0x00;
  P1 = 0xFF; /* Motor STOP */

  for (outer = 0x00; outer < 0x10; outer++) { /* Delay for a while */
    for (inner = 0x00; inner < 0xFF; inner++);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }

    Servos_init();

    IE0 = 0x80; /* Start interrupt */
}
void main()
{
serial_inter();

        while(1)
        {
        switch(uart_data)
        {
        case 0x31:
        motor1_left = 0;
        motor1_right = 1;
        delay(100);
        SBUF = 0x31;
        printf("right\n");
        break;
        case 0x32:
        motor1_left = 1;
        motor1_right = 0;
        delay(100);
        SBUF = 0x32;
        printf("left\n");
        break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
case 0x33:
motor2_left = 1;
motor2_right = 0;
delay(100);
SBUF=0x33;
printf("down\n");
break;
case 0x34:
motor2_left = 0;
motor2_right = 1;
delay(100);
SBUF=0x34;
printf("up\n");
break;
```

```
case 0x35:
PowerOn();

ServoR_forward();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SBUF = 0x35;
        printf("shrink\n");
        break;

        case 0x36:
        PowerOn();

ServoL_back();
        SBUF = 0x36;
        printf("stretch\n");
        break;

        case 0x37:
        motor4_left = 1;
        motor4_right = 0;
        delay(100);
        SBUF=0x37;
        printf("shrink1\n");
        break;
        case 0x38:
        motor4_left = 0;
        motor4_right = 1;
        delay(100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
SBUF=0x38;
printf("stretch1\n");
break;

case 0x39:
P1=0x00;
delay(100);
printf("STOP\n");

break;                    // Loop Continue
}

}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Command1_Click()
MSComm1.Output = "7"
End Sub

Private Sub Command2_Click()
MSComm1.Output = "4"
End Sub

Private Sub Command3_Click()
MSComm1.Output = "8"
End Sub

Private Sub Command4_Click()
MSComm1.Output = "1"
End Sub

Private Sub Command5_Click()
MSComm1.Output = "9"
End Sub

Private Sub Command6_Click()
MSComm1.Output = "2"
End Sub

Private Sub Command7_Click()
MSComm1.Output = "5"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
End Sub

Private Sub Command8_Click()
MSComm1.Output = "3"
End Sub

Private Sub Command9_Click()
MSComm1.Output = "6"
End Sub

Private Sub Form_Load()
MSComm1.CommPort = 2
MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"
MSComm1.InputLen = 0
MSComm1.RThreshold = 1
MSComm1.PortOpen = True
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
Select Case MSComm1.CommEvent
Case comEvReceive
Dim Buffer As Variant
Dim x As Integer
Dim dat As Variant
dat = MSComm1.Input
Buffer = Hex$(Asc(dat))
Label1.Caption = "Revice Data=" & dat
Select Case Buffer
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case 31
Shape1(0).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 1"

Case 32
Shape1(0).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 1"

Case 33
Shape1(1).BackColor = &H80000001
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 2"

Case 34
Shape1(1).BackColor = &H80000001
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 2"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case 35
Shape1(2).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 3"

Case 36
Shape1(2).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Shape1(3).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 3"

Case 37
Shape1(3).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 4"

Case 38
Shape1(3).BackColor = &H80000001
Shape1(1).BackColor = &H80000009
Shape1(2).BackColor = &H80000009
Shape1(0).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "MOTOR 4"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Case 39
For x = 0 To 3 Step 1
Shape1(x).BackColor = &H80000009
Label5.Caption = "STOP"

Next x
End Select
End Select
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้