สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก

MICRO CIM

(Micro Computer Integrated Manufacturing)

T055660

โดย

นาย วิชาญ จันทะบาง รหัส 44015302

นาย สมคิด ชุ่มคำมูล รหัส 44015306

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

วศ.
วิ5475
2546

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 55660
วัน,เดือน,ปี 24 พ.ค. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b.....
i.....

ระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก

MICRO CIM

(Micro Computer Integrated Manufacturing)

โดย

นาย วิชาญ จันทะบาง รหัส 44015302

นาย สมคิด ชุ่มดำมูล รหัส 44015306

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมอัตโนมัติขนาดเล็ก

นาย วิชาญ จันทะบาง รหัส 44015302
นาย สมคิด ชุ่มคำมูล รหัส 44015306

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างวงจรขับ(Driver)ของแขนกล SCORBASE ROBOTIC ER 5 PLUS โดยใช้ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS 51 การเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Assembly เพื่อ ให้ทำงานตามที่ต้องการโดยอัตโนมัติ และติดต่อผู้ใช้งานโดยโปรแกรม Visual Basic 6 ผู้ควบคุมสามารถใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นอย่างง่าย โดยผู้สั่งงานสามารถใช้โปรแกรมนี้อย่างง่ายดาย การสั่งงานของแขนกลสามารถสั่งผ่านคีบอร์ด(key board)คอมพิวเตอร์อันเดียวหรือจากโปรแกรม Visual Basic 6 ที่เขียนขึ้นผ่านระบบปฏิบัติการวินโดว์(Windows)ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Micro Computer Integrated Manufacturing)

Mr. Wichan jantabang

Mr. Somkid chumkhammul

Advisor Mr.Teppajit Choeypoca

Academic year 2003

Abstract

This Project is design to create driver for robot SCORBASE ROBOTIC ER 5 PLUS from microcontroller MCS 51 with assembly language for control robot in manual mode and automation mode.User can interface robot with one keyboard or program easily by Visaul Basic 6 on Microsoft windows

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	**1**
บทที่2 ทฤษฎี และ หลักการแขนกล(Robotics)	
2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน ของแขนกล	2
2.2 โครงสร้างของระบบควบคุมแขนกล	9
2.3 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้หลักการตัดแสง(Interruption Sensor)	9
2.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	10
บทที่ 3 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับแขนกล	
3.1 การ เชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Interfacing)	14
3.1.1 การติดต่อทางคอมพิวเตอร์	14
3.1.2 การสื่อสารข้อมูลแบบ อะซิงโครนัส	14
3.1.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS – 232 และ การเชื่อมต่อ	16
3.2 ทฤษฎีพื้นฐานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	21
3.2.1ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	21
3.2.2 หน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
3.2.3 รีจิสเตอร์ฟังชั่นท์พิเศษ(Special Function Register: SFR)	23
3.2.4. รีจิสเตอร์ ไทม์เมอร์(Timer register)	24
3.2.5. รีจิสเตอร์ ควบคุม(Control register)	25
3.2.6. Keyboard PC	25
บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ	29
ภาคผนวก ก.	
ภาคผนวก ข.	
ภาคผนวก ค.	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 หุ่นยนต์พิกัดคาร์ทีเซียน	3
รูปที่ 2.2 หุ่นยนต์พิกัดทรงกระบอก	4
รูปที่ 2.3 หุ่นยนต์พิกัดทรงกลม	4
รูปที่ 2.4 หุ่นยนต์ SCARA	5
รูปที่ 2.5 หุ่นยนต์ ข้อต่อหมุน	5
รูปที่ 2.6 แสดงความหมายของ Precision	7
รูปที่ 2.7 วงจรขับมอเตอร์โดยใช้ไอซี TA7257P	12
รูปที่ 2.8 วงจรEncoder	12
รูปที่ 3.1 แสดงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส	14
รูปที่ 3.2 แสดงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส	15
รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งขาของพอร์ตอนุกรม (RS-232)	16
รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก	18
รูปที่ 3.5 การจัดสรรค์พื้นที่หน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	23
รูปที่ 3.6 บิทต่างๆของรีจิสเตอร์ PSW	23
รูปที่ 3.7 วงจรการส่งค่าออกจากคีย์บอร์ด	25
รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งขา	26
รูปที่ 3.9 การต่อวงจรของคีย์บอร์ดกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์	26
รูปที่ 3.10 หลักการรับส่งค่าของKeyboard	27
รูปที่ 3.11 หลักการรับส่งค่าของไมโครคอนโทรลเลอร์	27
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการกดคีย์พิเศษ	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่2.1 ชนิดของข้อต่อหุ่นยนต์	2
ตารางที่2.2 ขอบเขตการทำงานของหุ่นยนต์(Robot work envelopes)ที่ขึ้นอยู่กับแกนหลัก	3
ตารางที่2.3 คุณลักษณะของหุ่นยนต์(Robot Characteristic)	6
ตารางที่ 3.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล	16
ตารางที่ 3.2มาตรฐานในการกำหนดค่าพาริตี้	20
ตารางที่ 3.3 รีจิสเตอร์ RS1,RS0	24
ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงส่งค่า Code ควบคุมการติดดับของ LED บนคีย์บอร์ด	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้หุ่นยนต์นับได้ว่ามีบทบาทที่สำคัญอย่างมากในงานอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท โดยทั่วไปแล้วถ้ากล่าวถึงหุ่นยนต์คนทั่วไปมักคิดถึงเรื่องหุ่นยนต์ที่มีรูปร่างลักษณะเหมือนมนุษย์สามารถคิดและทำงานได้เองแต่ที่จริงแล้วคำว่า Robotic ตามคำนิยามของ Robotic Industrial Association และ Robotic Institute of America นั้นหมายถึงเครื่องยนต์ที่ประกอบกันขึ้นมาเพื่อทำงานบางอย่างแทนมนุษย์ สามารถควบคุมได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และสามารถที่จะเปลี่ยนการทำงานอย่างอื่นได้

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นโครงการสร้างวงจรขับแขนกล และติดต่อ Computer กับ แขนกล Scorbot ER 5 เป้าหมายของโครงงานนี้คือ สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์(Microcontroller)โดยมีการส่งสัญญาณควบคุมวงจรขับมอเตอร์ มีการรับสัญญาณป้อนกลับจากเซนเซอร์(Sensor) ไปประมวลผลด้วยไมโครคอนโทลเลอร์ และสามารถกำหนดค่าในการทำงานโดยผู้ใช้ผ่านคอมพิวเตอร์ได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมจะใช้เบอร์ AT89C51 ส่งสัญญาณควบคุมการทำงานด้วยพอร์ตอนุกรมและรับสัญญาณป้อนกลับจาก Timer Counter วงจรขับมอเตอร์จะใช้IC TA7257P ในการขับเคลื่อนจะใช้ดีซีมอเตอร์(DC Motor)ขนาด 24 V ในการขับเคลื่อน ในส่วนของวงจร Encoder จะใช้ Sensor ที่ใช้หลักการตัดแสงวัดรอบที่หมุนไปของมอเตอร์

สำหรับการควบคุมการทำงานจะเป็นแบบเปิด – ปิด(On-Off Control)โปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานเป็นภาษา Assembly และโปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับผู้ใช้ด้วย Visual Basic 6 โดยผู้ใช้สามารถกำหนดมุมการทำงานของแขนกลในส่วนต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 ทฤษฎีพื้นฐาน ของแขนกล

หุ่นยนต์(Robotic) คืออุปกรณ์ทางกล ที่ควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับ End–Effectors ของหุ่นยนต์ที่เคลื่อนที่ตามโปรแกรมในพื้นที่การทำงาน(Workspace)เพื่อทำการเคลื่อนย้ายวัตถุ

2.1.1 การแบ่งแยกประเภทของหุ่นยนต์(Robot Classification)

2.1.1.1 เทคโนโลยีการขับเคลื่อน(Drive Technology)

พิจารณาจากต้นกำลังที่ใช้ขับข้อต่อของหุ่นยนต์ ที่นิยมมี 2 แบบคือ การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยใช้ดีซีมอเตอร์ (DC Stepping Motor) และการขับเคลื่อนด้วยไฮโดรลิก แขนกลส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า โดยใช้ดีซีเซอร์โวมอเตอร์ (DC Servo Motor)ดีซีสเตปปิ้งมอเตอร์(DC Stepping Motor)ในการเคลื่อนย้ายวัตถุที่ต้องการขับโหลด สูงๆ มักนิยมใช้แบบขับเคลื่อนด้วยไฮดรอลิก

2.1.1.2รูปทรงของขอบเขตการทำงาน (Work Envelope Geometries)

ขอบเขตการทำงานสุทธิ (Gross Work Envelope)หมายถึงขอบเขตในปริภูมิสามมิติที่ข้อมือของแขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้นได้ เราจะเรียกแกนของ 3 ข้อต่อแรกของแขนกลว่า แกนหลัก (Mijor axe)ซึ่งใช้ในการพิจารณาตำแหน่งของข้อมือส่วนแกนของข้อต่อที่เหลือเรียกว่า แกนรอง(Minor axe) ใช้กำหนดลักษณะการวางตัวหรือหมุนของ Tool ดังนั้นรูปทรงของขอบเขตการทำงานจึงพิจารณาได้จาก ลำดับชนิดของข้อต่อที่ใช้ใน 3 แกนแรก ข้อต่อมีหลายแบบแต่ที่เป็นพื้นฐานและนิยมใช้มี 2 แบบ

ชนิด	เครื่องหมาย	การเคลื่อนที่
ข้อต่อหมุน	R	แบบหมุนรอบแกน
ข้อต่อเลื่อน	P	เชิงเส้นตามแนวแกน

ตารางที่ 2.1 ชนิดของข้อต่อหุ่นยนต์

การรวมกันของข้อต่อหมุน(R)และข้อต่อเลื่อน(P)ใน 3แกนหลัก ก่อให้เกิดรูปทรงการเคลื่อนที่หลายรูปแบบ ดังตัวอย่างในตารางที่ 2 ซึ่งแสดงเฉพาะรูปแบบที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของแขนกล ข้อต่อหมุน(R)จะวิเคราะห์ยากกว่าแบบข้อ ต่อเลื่อน(P) ดังนั้นยิ่งมีข้อต่อหมุนมาก แขนกลก็จะยิ่งซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

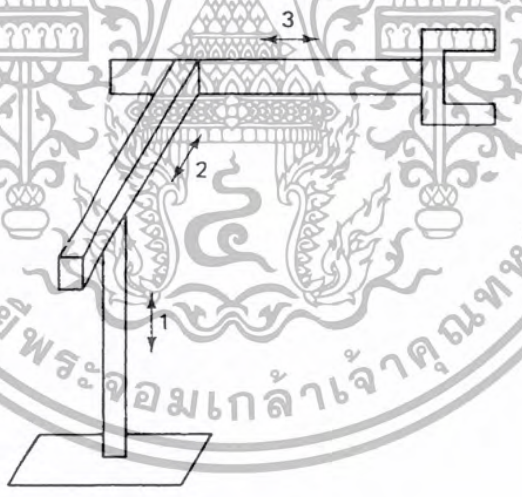
Robot	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 4
Cartesian	P	P	P	0
Cylindrical	R	P	P	1
Spherical	R	R	P	2
SCARA	R	R	P	2
Articulated	R	R	R	3

P = prismatic, R = revolute

ตารางที่2.2 ขอบเขตการทำงานของหุ่นยนต์(Robot Work Envelope)ที่ขึ้นอยู่กับแกนหลัก

ชนิดของหุ่นยนต์แบ่งตามลักษณะขอบเขตการทำงานของหุ่นยนต์(Robot Work Envelope) ได้เป็น 5 ชนิด

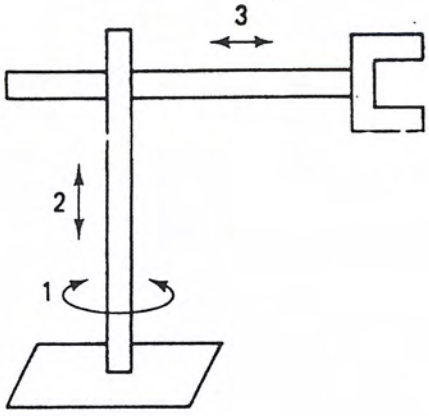
1. หุ่นยนต์พิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian – Coordinate robot) หรือหุ่นยนต์พิกัดฉาก สัญลักษณ์ PPP ดังรูปที่2.1โดยข้อมือจะเลื่อนขึ้น – ลง, เข้า – ออก, เดินหน้า – หลัง ทำให้พื้นที่การทำงานมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมมุมฉาก



รูปที่ 2.1 หุ่นยนต์พิกัดคาร์ทีเซียน

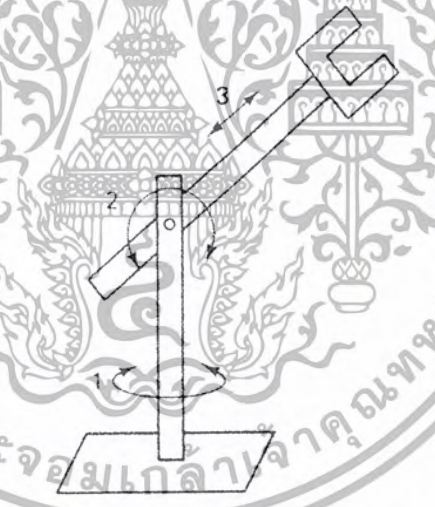
2 .หุ่นยนต์พิกัดทรงกระบอก(Cylindrical – Coordinate robot)สัญลักษณ์ RPP ดังรูปที่ 2.2 สามารถเคลื่อนที่ขึ้นข้างบนได้ตามแกนหลัก สามารถเคลื่อนที่เข้าออกตามแนวรัศมี และแขนหมุนรอบแกนตั้งฉากกับฐานได้ พื้นที่การทำงานจึงเป็นแบบทรงกระบอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 หุ่นยนต์พิกัดทรงกระบอก

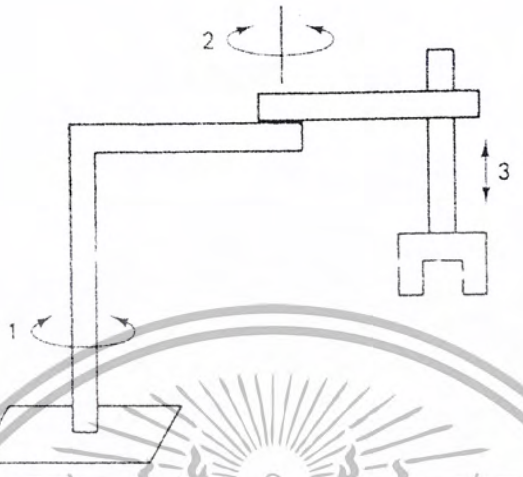
3. หุ่นยนต์พิกัดทรงกลม (Spherical - Coordinate robot) สัญลักษณ์ RRPแสดงดังรูปที่ 2.3 ลักษณะการเคลื่อนที่ของแขนจะสามารถยกขึ้นลงได้ในแนวดิ่งโดยยกทำมุมกับฐานแขน สามารถหมุนได้รอบแกนแนวตั้งของฐาน พื้นที่การทำงานเป็นแบบทรงกลม



รูปที่ 2.3 หุ่นยนต์พิกัดทรงกลม

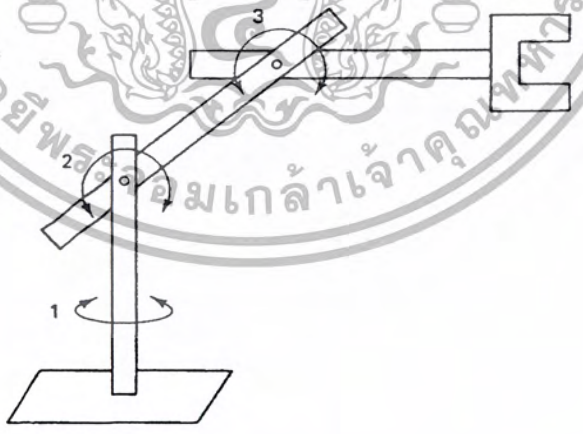
4. หุ่นยนต์ SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm)ดังรูปที่ 2.4 มีลักษณะคล้ายหุ่นยนต์พิกัดทรงกลม มีสัญลักษณ์ RRP แต่แกนทั้ง 3 จะอยู่ในแนวแกนตั้ง โดยข้อต่อที่2 ทำให้แขนหมุนรอบแกนตั้งในแนวนอน เหมือนการหมุนของข้อแรก ภาพตัดขวางในแนวแกนนอนของพื้นที่การทำงานค่อนข้างซับซ้อนขึ้นอยู่กับข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ของสองแกนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 หุ่นยนต์ SCARA

5. **หุ่นยนต์ข้อต่อหมุน(Articulated– Coordinate robot)**หรือเรียกว่า Revolute robot **มี**สัญลักษณ์ RRR ทั้ง 3 ข้อเป็นแบบข้อต่อหมุน **หุ่นยนต์แบบนี้มีลักษณะ**ใกล้เคียงกับแขนของ**มนุษย์**มากที่สุดมี**ข้อหมุน**ต่างๆเหมือนกันดังนั้นพื้นที่การทำงานจึงสามารถทำงานได้ในทุกตำแหน่ง**ใน**ระยะความยาวของแกน



รูปที่ 2.5 หุ่นยนต์ ข้อต่อหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี – ข้อเสียของหุ่นยนต์แต่ละชนิดนี้แตกต่างกันออกไป เพราะลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน แต่ถ้ามองในแง่การทำงานที่เป็นแบบซ้ำๆ ที่เดิมตลอด หุ่นยนต์พิกัดคาร์ทีเซียนจะสามารถทำงานได้ดีกว่า คือสามารถเคลื่อนที่ไปหาเป้าหมายโดยมีความผิดพลาดน้อยที่สุด แต่ถ้ามองในแง่การถึงวัตถุ ชนิดพิกัดทรงกลมและข้อต่อหมุนจะสามารถเข้าถึงวัตถุได้มากกว่า

2.1.2 ลักษณะเฉพาะของหุ่นยนต์ (Robot Specification)

นอกจากเกณฑ์ต่างๆที่ใช้ในการแบ่งประเภทของหุ่นยนต์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีลักษณะบางอย่างที่ช่วยให้ผู้ใช้ในการเลือกหุ่นยนต์ที่ต้องการ ลักษณะต่างๆเหล่านี้แสดงดังตารางที่ 2.3

คุณลักษณะ(Characteristic)	หน่วย(Unit)
จำนวนแกน	-
ความสามารถในการยกน้ำหนัก	Kg
ความเร็วสูงสุด,เวลาครบรอบ	Mm/sec
ระยะเอื้อมถึงและสโตรค	Mm
การทำซ้ำตำแหน่งเดิม	Mm
ความละเอียดและความแม่นยำ	Mm
การหมุนของเครื่องมือ	Deg
สภาวะแวดล้อมการทำงาน	-

ตารางที่2.3 คุณลักษณะของหุ่นยนต์(Robot Characteristic)

ระยะการเอื้อมถึงและสโตรค (Reach and Stroke)เป็นการวัดขนาดของพื้นที่ทำงานอย่างคร่าวๆระยะที่เอื้อมถึงในแนวนอน(Horizontal Reach)คือระยะทางตามแนวรัศมีที่มากที่สุดที่ข้อมือสามารถไปถึงโดยวัดจากแนวตั้งที่ทำให้หุ่นยนต์หมุน สโตรคแนวนอน(Horizontal Strock)คือระยะทางตามแนวรัศมีทั้งหมดที่ข้อมือสามารถไปได้ ดังนั้นระยะที่เอื้อมถึงในแนวนอน ลบด้วยสโตรคแนวนอน คือระทางตามแนวรัศมีที่น้อยที่สุดที่ข้อมือสามารถไปถึงได้โดยวัดจากแกนฐานซึ่งมีค่าเป็นบวกเสมอ จึงได้ว่า Strock $\leq$ Reach

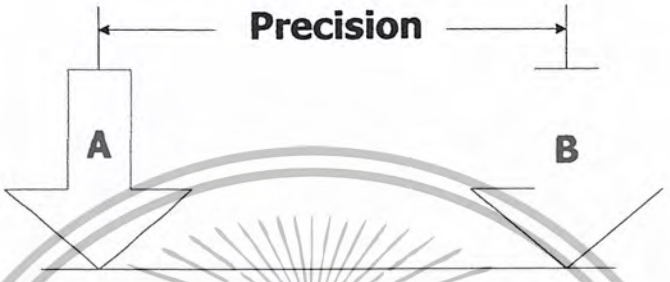
ตัวอย่างเช่น ระยะที่เอื้อมถึงในแนวนอนของหุ่นยนต์พิกัดทรงกระบอกก็คือรัศมีของทรงกระบอก อันนอกของพื้นที่การทำงานในขณะที่ สโตรคแนวนอน คือผลต่างระหว่างรัศมีของทรงกระบอกอันในและอันนอก

การหมุนของมือหมุน(Tool Orientation)ในขณะที่ 3 แกนหลัก ใช้ในการพิจารณารูปทรงของพื้นที่การทำงาน แกนที่เหลือจึงใช้ในการพิจารณาของการหมุน Tool ถ้ามีแกนอิสระ 3 แกนก็จะทำให้ Tool หมุนได้อย่างไม่จำกัดในขอบเขต 3มิติ การระบุลักษณะการหมุนของTool จะใช้ระบบ yew – pitch – roll (YPR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแม่นยำของการเคลื่อนที่ เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของหุ่นยนต์ซึ่งความแม่นยำนี้จะขึ้นอยู่กับตัวแปร 2 อย่าง

1. Precision คือ ช่วงการเคลื่อนที่ที่มีระยะทางสั้นที่สุดที่หุ่นยนต์แต่ละตัวสามารถ ที่จะทำได้ ซึ่ง Spatial Resolution นี้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ



รูปที่ 2.6 แสดงความหมายของ Precision

1.1) ระบบควบคุม(Control Systems) ระบบควบคุมนี้จะรวมถึงการวัดสัญญาณป้อนกลับของหุ่นยนต์ด้วย

1.2) ความคลาดเคลื่อนเชิงกล(Mechanical Inaccuracy) ของหุ่นยนต์แต่ละตัวขึ้นอยู่กับลักษณะข้อหมุนและข้อต่อ และระบบต้นกำลังของหุ่นยนต์ตัวนั้นด้วย ความคลาดเคลื่อนเชิงกล คือ ตัวแสดงถึงความสามารถของหุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่เข้าใกล้จุดเป้าหมายตามที่เราสั่ง ค่าAccuracy สามารถที่จะกำหนดให้อยู่ในเทอมของ Spatial Resolution ได้ทั้งนี้เพราะว่าการเคลื่อนที่ให้เข้าใกล้จุดเป้าหมาย ก็ต้องขึ้นอยู่กับช่วงของการเคลื่อนที่ว่ามีความละเอียดมากน้อยเพียงใด ในการทำงานเราต้องวางจุดที่เราต้องการให้หุ่นยนต์ทำงานอยู่ระหว่างกลางของตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ทั้งนี้เพราะว่าความคลาดเคลื่อนเชิงกล มีผลต่อความแม่นยำของหุ่นยนต์ ความแม่นยำของหุ่นยนต์กำหนดให้เท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะทางการเคลื่อนที่ที่สั้นที่สุดของหุ่นยนต์ที่สามารถทำได้โดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆต่อไปนี้

1. พื้นที่การทำงานของหุ่นยนต์ถ้าแขนทำงานในพื้นที่การทำงานจะมีความแม่นยำมากกว่าเมื่อแขนออกนอกพื้นที่การทำงาน
2. วงรอบการทำงาน ถ้าวงรอบการทำงานเป็นวงรอบที่แน่นอนความแม่นยำจะมีมากขึ้น
3. น้ำหนักที่ได้รับ ถ้าหุ่นยนต์ทำงานโดยการรับน้ำหนักมากๆความแม่นยำจะลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Repeatability คือ ความสามารถของหุ่นยนต์ในการกลับมาทำงานซ้ำที่เดิมหลายๆครั้งได้ เนื่องจากสาเหตุต่างๆเช่น Backlashในเฟืองและความยืดหยุ่นของส่วนต่างๆซึ่งมักทำให้เกิดความผิดพลาดใน Repeatability

2.1.3 End Effector

End Effectorหรือ มือ ของหุ่นยนต์นี้เป็นอุปกรณ์ที่หุ่นยนต์ใช้ทำงานจริง(ส่วนแขนนั้นใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่ง มือ ให้ไปอยู่ตามจุดที่ต้องการเท่านั้น) End - Effector มีหน้าที่เช่น จับชิ้นส่วน การบัดกรี การพ่นสี ฯลฯ ดังนั้นลักษณะของส่วนนี้จึงต่างกันไป แล้วแต่จะเหมาะสมกับงานอะไร ซึ่งตัว End Effectorนี้ยังสามารถแยกออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.1.3.1 Gripper เป็นอุปกรณ์ที่ใช้จบชิ้นส่วนหรือเครื่องมือ โดยการออกแบบมีได้หลายลักษณะทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น

1. แบบมือคีบ(อาศัยแรงเสียดทานในการจับ)ใช้งานได้กับวัสดุทุกประเภท แต่หากเป็นวัสดุบอบบางอาจต้องใช้อุปกรณ์อื่นช่วยเสริม
2. แบบ Suction Cup อาศัยคุณสมบัติทำให้เกิดสภาพสูญญากาศ เป็นตัวดึงชิ้นงาน ใช้ได้กับวัสดุผิวเรียบเท่านั้น
3. แบบ ตะขอ (Hook)สำหรับเกี่ยวยกของ เช่น ของที่อยู่บนสายพานเป็นต้น
4. แบบ ตัก (Scoop)สำหรับการลำเลียงของที่เป็นของเหลวหรือฝุ่นผง

2.1.3.2 มือที่เป็นอุปกรณ์(Tool As End Effector) เนื่องจาก Gripper มีข้อจำกัด ใช้ได้กับงานหยิบจับเท่านั้น แต่การใช้งานของหุ่นยนต์นั้นกว้างขวาง จึงได้มีการออกแบบอุปกรณ์ใช้งานติดเข้ากับส่วนปลายหรือส่วนมือนี้เพื่อใช้ในการทำงาน โดยอาจจะเป็นอุปกรณ์ติดตายหรือถอดเปลี่ยนได้ ก็แล้วแต่การออกแบบ ตัวอย่างงาน เช่น ติดอุปกรณ์พ่นสี, ติดอุปกรณ์สว่าน ฯลฯ

2.1.4 Direct Kinematics : The Arm Equation

แขนกลมีลักษณะ เป็นวัตถุแบบ Rigid body เป็น link ริมสุดจะติดแน่นกับฐาน ส่วนปลายของ link อีกอันที่อยู่คนละด้านจะเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ปลายข้างที่เคลื่อนที่นี้จะต่อเข้ากับ Tool or End – Effector ตามปกติข้อต่อ 2 ชนิดที่ใช้เชื่อมต่อ links คือข้อต่อหมุนและข้อต่อเลื่อน

จุดประสงค์คือ การควบคุมทั้งตำแหน่งและการหมุนของเครื่องมือในระนาบ 3 มิติ เพื่อที่โปรแกรมให้ Tool เคลื่อนที่ไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้และใช้ในการเคลื่อนย้ายวัตถุในพื้นที่ทำงานโดยการโปรแกรมการเคลื่อนที่ของ Tool นี้ จำเป็นจะต้องคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรข้อต่อกับตำแหน่งและการหมุนของอุปกรณ์ซึ่งเรียกว่า ปัญหา Direct Kinematics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 โครงสร้างของระบบควบคุมแขนกล สามารถแบ่งโครงสร้างของระบบออกเป็น 3 ส่วน

2.2.1 ส่วนตรวจจับ (Sensor & Encoder)

เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในระบบที่มีการป้อนกลับ ตัวตรวจจับที่ใช้กันมากในระบบควบคุมเช่น โพเทนชิโอมิเตอร์(Potentiometer),ออปติคอล เอ็นโค็ดเดอร์(Optical Encoder)เป็นตัว โดยสัญญาณ อนาล็อกจากส่วนตรวจจับนี้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล หลังจากนั้นจะถูกส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางต่อไป

2.2.2 หน่วยประมวลผลกลางและควบคุม ได้แก่ Computer หรือMicro controller ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของแขนกล โดยหน่วยประมวลผลกลางและควบคุมนี้จะรับสัญญาณป้อนกลับจากส่วนตรวจจับมาใช้ในการประมวลผล แล้วส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของแขนกลต่อไป

2.2.3 วงจรขับมอเตอร์ เป็นวงจรที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำให้แขนกลเกิดการเคลื่อนไหว มอเตอร์จะถูกติดตั้งสำหรับควบคุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆของแขนกลโดยวงจรขับมอเตอร์จะได้รับสัญญาณควบคุมการทำงานจากหน่วยประมวลผลกลางและควบคุม

2.3 อุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้หลักการตัดแสง(Interruption Sensor)

ส่วนประกอบที่สำคัญของตัวตรวจจับแบบนี้คือ LED Infrared และ Photo transistor โดยจัดวางตำแหน่งของ LED Infrared และ Photo transistor ให้หันหน้าเข้าหากัน โดยมีช่องว่างแคบๆ ลำแสงอินฟาเรดจาก LED จะส่งผ่านในช่องว่างมา กระทบ กับ Photo transistor ทำให้ทำงานตลอดเวลา แต่เมื่อใดที่มีวัตถุทึบแสงมาตัดผ่านในช่องว่าง จะทำให้แสงที่กระทบ Photo transistor ขาดหายไปและทำให้ Photo transistorหยุดการทำงานทันที

การใช้งานตัวตรวจจับแบบนี้จะต้องใช้ร่วม กับจานเข้ารหัสที่มีขนาดพอเหมาะและไม่บิดเบี้ยวเพื่อป้องกัน การเสียดสีระหว่างจานเข้ารหัสและตัวตรวจนับในช่องแคบ จานเข้ารหัสที่ใช้จะเป็นวัตถุทึบแสงและมีการเจาะรูเป็นช่องเพื่อให้แสงผ่านได้เป็นช่วงๆการทำงานของตัวตรวจจับแบบใช้หลักการตัดแสงจะให้ความแน่นอนสูงเพราะไม่ต้องอาศัยการสะท้อนแสง แต่ก็มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถทำงานในพื้นที่ที่มีแสงสว่างมากๆได้ เพราะแสงจากแหล่งอื่นจะตกกระทบ Photo transistor จนไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นแสงจาก LED หรือไม่ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ การแก้ไขปัญหานี้คือ จะต้องมีการชิลด์ (Shield) อุปกรณ์ตรวจรับแสง เพื่อป้องกันแสงจากแหล่งภายนอกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง(DC Motor)เป็นทรานสดิวเซอร์ (Transducer) แรงบิดซึ่งมีการออกแบบให้มีคุณลักษณะพิเศษ คือ แรงบิดของเพลามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับกระแสอาร์เมเจอร์(Armature Current) แรงบิดของเพลาของมอเตอร์จะได้จากผลของสนามแม่เหล็กและขดลวดตัวนำ หลักการในที่นี้กระแสที่ไหลในขดลวดตัวนำจะสร้างฟิลด์(Field)ที่ประกอบด้วยเส้นแรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดของเพลาและกระแสเท่ากับ

$$T = K\Phi I$$

เมื่อ T คือ แรงบิดของเพลาที่มีหน่วยเป็น นิวตัน – เมตร(N-m)

Φ คือเส้นแรงแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์(Vabor)

I คือ กระแสมีหน่วยเป็น แอมแปร์(Ampare)

K คือค่าคงที่

ดังนั้นแรงบิดของเพลาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลคูณของเส้นแรงแม่เหล็กและกระแสเมื่อขดลวดตัวนำเคลื่อนที่ในสนามแม่เหล็กก็จะทำให้เกิดแรงดันคร่อมตัวมันเอง แรงดันนี้จะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของเพลาของมอเตอร์และต้านการไหลของกระแส ความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันย้อนกลับ และ ความเร็วของเพลามอเตอร์คือ

$$E = K\Phi\omega$$

เมื่อ E คือ แรงดันย้อนกลับ มีหน่วยเป็น โวลท์ (Volt)

Φ คือเส้นแรงแม่เหล็ก มีหน่วยเป็น เวเบอร์(Vabor)

K คือค่าคงที่

ω คือ ความเร็วของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นเรเดียน/วินาที (Radian / sec)

2.4.2 การแยกประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทขึ้นอยู่กับพื้นฐานการออกแบบโครงสร้างของอาเมเจอร์ การแบ่งประเภทตามลักษณะการจ่ายสนามแม่เหล็กแยกออกเป็น 2 แบบ คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบปรับเส้นแรงแม่เหล็กได้
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบเส้นแรงแม่เหล็กคงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าจะพิจารณาแยกประเภทตามลักษณะการออกแบบโครงสร้างอาร์เมเจอร์สามารถแยกออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์เป็นแกนเหล็ก
2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์ที่มีขดลวดพันอยู่บนพื้นผิว
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอาร์เมเจอร์เป็นขดลวดหมุน

นอกจากนี้ยังมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดพิเศษอีกแบบหนึ่งคือ แบบไม่มีแปรงถ่านซึ่งมีหลักการทางเทคโนโลยีเหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดที่มีแปรงถ่าน ยกเว้นวิธีการคอมมิวเตชั่น (Commutation)กระทำโดยเทคนิคทางอิเล็กทรอนิกส์แทนที่จะกระทำโดยวิธีการเชิงกล

2.4.3 พื้นฐานของระบบควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

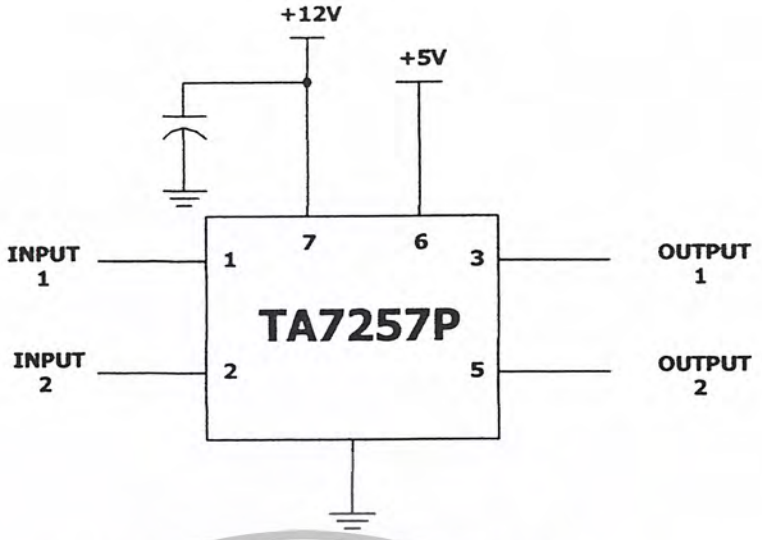
ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบคอนโทรลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

1. ตัวคอนโทรลเลอร์
2. วงจรไดรเวอร์หรือเพาเวอร์แอมปลิฟาย(Power Amplifier)
3. ฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์(Feedback Transducer)หรือ เอ็นโค้ดเดอร์(Encoder)
4. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด(Load)

ตัวคอนโทรลเลอร์ เป็นส่วนที่ทำให้ระบบที่ทำให้เกิดสัญญาณคอนโทรลเลอร์ไปบังคับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด คอนโทรลเลอร์ที่ให้สัญญาณอนาล็อกคอนโทรลเลอร์(Analog Controller) ส่วนคอนโทรลเลอร์ที่ให้สัญญาณคอนโทรลเป็นสัญญาณดิจิตอล เราเรียกว่า ดิจิตอล คอนโทรลเลอร์(Digital Controller)

วงจรไดรเวอร์(Driver)เป็นส่วนประกอบของระบบที่อยู่ระหว่างตัวคอนโทรลเลอร์กับ ดีซีมอเตอร์และโหลด มีหน้าที่ปรับรูปและขยายสัญญาณให้เหมาะสมก่อนที่จะป้อนเข้าไปขับดีซีมอเตอร์และโหลด วงจรไดรเวอร์ส่วนใหญ่ได้แก่ เพาเวอร์แอมปลิไฟ

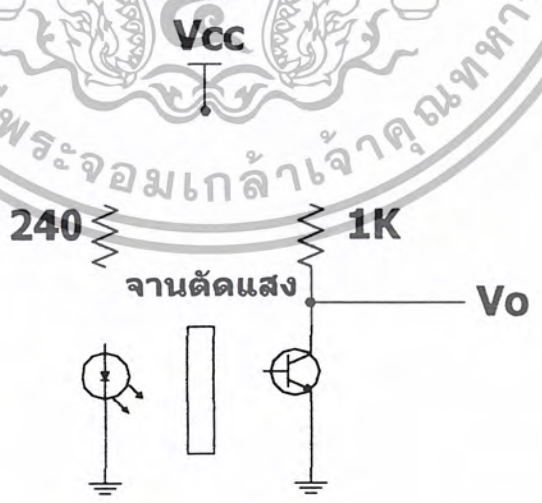
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรขับมอเตอร์โดยใช้ไอซี TA7257P

ฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์หรือ เอ็นโค้ดเดอร์ เป็นส่วนที่ใช้รับรู้หรือดีเท็คสัญญาณเอาท์พุทที่ต้องการ โดยไม่มีผลของการโหลดดิ้ง(Loading)สัญญาณที่ดีเท็คได้นี้จะป้อนกลับเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิงทำให้ได้สัญญาณ Error ฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์แบ่งออกได้ 2แบบ คือ อนาล็อกทราสดิวเซอร์(Analog Transducer) คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นสัญญาณอนาล็อก ได้แก่ Tachogenerater, Potentiometer เป็นต้น ส่วนฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์อีกแบบหนึ่งคือดิจิตอลทรานสดิวเซอร์(Digital Transducer) อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานรูปหนึ่งให้เป็นสัญญาณดิจิตอล

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและโหลด(Load) คือระบบที่ถูกคอนโทรลหรือส่วนออกแรงทำงานซึ่งจะเป็นเครื่องจักรกลที่เป็น ดีซีมอเตอร์



รูปที่ 2.8 วงจรEncoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ลักษณะการควบคุมของระบบดีซีมอเตอร์

ระบบการคอนโทรลดีซีมอเตอร์สามารถที่จะจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือระบบอนาล็อกคอนโทรลและระบบดิจิตอลคอนโทรล ในโครงงานนี้ใช้ลักษณะการควบคุมแบบดิจิตอล จึงขอกล่าวแต่ระบบดิจิตอลคอนโทรล

ระบบดิจิตอลคอนโทรล คือ ระบบที่คอนโทรล ลูปมีฟีดแบ็คทรานสดิวเซอร์เป็นดิจิตอลทราน สดิวเซอร์ซึ่งสามารถวัดค่าไดนามิค วาริเอเบิล (Dynamic Variable)ออกเป็นสัญญาณดิจิตอลหรือในรูปของสัญญาณ Binary Encoding คือ สัญญาณเอาท์พุทของดิจิตอลทรานสดิวเซอร์จะเป็นโค๊ดไบนารี่ป้อนกลับไปยังตัวดิจิตอลคอนโทรลเลอร์เพื่อคอนโทรลให้คุณสมบัติการทำงานของระบบเป็นไปตามที่ต้องการ ตัวอย่างการใช้ดิจิตอลคอนโทรลดีซีมอเตอร์เช่น เครื่องจักรNC, หุ่นยนต์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม, เครื่องอ่าน และ ปรุเทปหรือการ์ด ฯลฯ

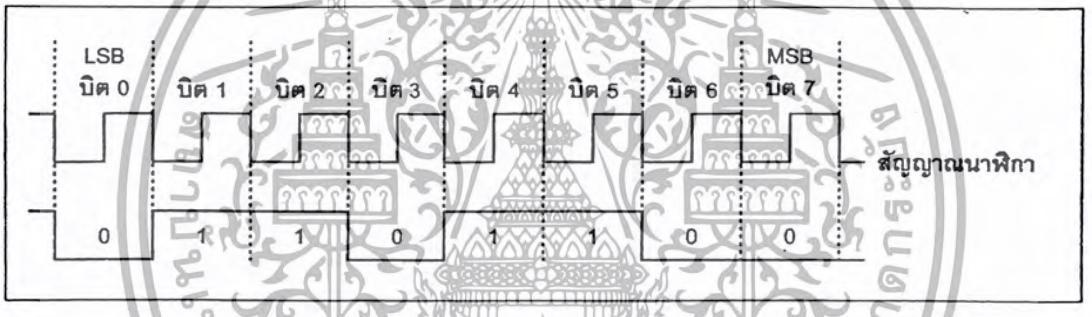
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

3.1 การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial Interfacing)

3.1.1 การเชื่อมต่อทางคอมพิวเตอร์

การสื่อสารแบบอนุกรมนั้นจะแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารอนุกรมแบบซิงโครนัสและการสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิการ่วมอยู่กับการรับและส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือคีย์บอร์ดของคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายเส้นหนึ่งจะเป็นสายของสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นจะเป็นสายของข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสนี้จะต้องใช้สายในการเชื่อมต่ออย่างน้อยที่สุด 3 เส้นคือ สัญญาณนาฬิกา, ข้อมูลและกราวด์



รูปที่ 3.1 แสดงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส

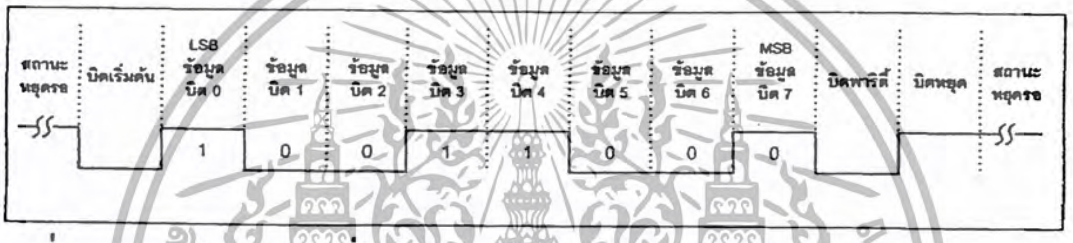
3.1.2 การ สื่อสารข้อมูลแบบ อะซิงโครนัส

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิการ่วมด้วยเหมือนกับการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะใช้การกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ในการกำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายทอดข้อมูล หรือ บอดเรต (Baudrate) มีหน่วยเป็น บิตต่อวินาที (bit per second : bps) รูปแบบของข้อมูลที่ใช้ในการรับส่ง แบบอะซิงโครนัสประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5,6,7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี้ (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่มี
4. บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1,1.5 หรือ 2 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 แสดงรูปแบบของข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ซึ่งเมื่อไม่มีข้อมูลที่จะส่ง ขา DATA จะมีสถานะลอจิก "1" ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นจะตามด้วยบิตพาริตี้ ซึ่งใช้เพื่อตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้าย ซึ่งจะให้ขาคาต้ามีสถานะลอจิก "1" อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 , 1.5 หรือ 2 บิต เพื่อเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว



รูปที่ 3.2 แสดงไทมิ่งไดอะแกรมของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส

อุปกรณ์พิเศษที่ได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเรียกว่า Universal Asynchronous Receiver/Transmitter หรือ UART อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูล (ค่าบอดเรต) จะมีค่ามาตรฐานที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200 บิตต่อวินาที และมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ซึ่งการรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรตคือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที

ยกตัวอย่างข้อมูลแบบอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิตต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตี้ความเร็วในการส่งข้อมูลจะเหลือเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที

การตรวจสอบพาริตี้สามารถกำหนดให้เป็นแบบคี่ (odd) แบบคู่ (even) หรือไม่มีการตรวจสอบพาริตี้ก็ได้ การตรวจสอบพาริตี้เป็นการตรวจสอบจำนวนรวมของบิตที่เป็นลอจิก "1" ภายในข้อมูลที่ส่งไป 1 ไบต์ว่ามีจำนวนรวมเป็นเลขคู่หรือเลขคี่โดยต้องรวมบิตพาริตี้เข้าไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล	บิตพาริตี้คู่	บิตพาริตี้คี่
0000 0000	0	1
0000 0001	1	0
0000 0010	1	0
0000 0011	0	1
0000 0100	1	0
1111 1110	0	1
11111111	1	0

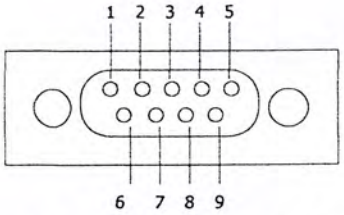
ตารางที่ 3.1 แสดงบิตพาริตี้ของข้อมูล

ยกตัวอย่างเช่นข้อมูลที่จะทำการส่งมีขนาด 8 บิตและมีค่าเท่ากับ 99 ฐานสิบหก หรือ 10011001 ฐานสอง จะเห็นว่าข้อมูลในไบต์นี้มีจำนวนลอจิก "1" จำนวน 4 ตัวซึ่งเป็นเลขคู่ ดังนั้นถ้ากำหนดค่าพาริตี้เป็นคู่ค่าในบิตพาริตี้ จะต้องมีลอจิกเป็น "0" แต่ถ้าพาริตี้เป็นคี่ ค่าที่บิตพาริตี้จะต้องเป็น "1" เพื่อให้ข้อมูล 1 ไบต์รวมทั้งบิตพาริตี้มีจำนวนบิตที่เป็นลอจิก "1" มีจำนวนรวมกันเป็นเลขคี่ ในตารางที่ 3.3 แสดงตัวอย่างของบิตพาริตี้ในการรับส่งข้อมูลอนุกรม บิตพาริตี้ถูกสร้างขึ้นจากภาคส่งข้อมูลของ UART ซึ่งทางภาครับจะต้องทำการกำหนดคุณสมบัติการตรวจสอบพาริตี้ให้ตรงกันว่าจะตรวจสอบพาริตี้คี่หรือพาริตี้คู่ จากนั้นภาครับของ UART จะทำการตรวจสอบค่าพาริตี้ที่เกิดขึ้นว่าเป็นคู่หรือเป็นคี่ โดยการนับจำนวนลอจิก "1" ทั้งหมดรวมทั้งบิตพาริตี้ด้วย นับเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการถ่ายทอดข้อมูลที่ง่ายที่สุด แต่จะเชื่อถือได้เมื่อมีบิตข้อมูลที่ทำการส่งผิดพลาดเพียงบิตเดียวเท่านั้น ถ้าข้อมูลที่ทำการส่งมีบิตที่ผิดพลาดมากกว่า 1 บิต การตรวจสอบด้วยวิธีนี้จะไม่ได้ผล สำหรับการตั้งพาริตี้บิตเป็น NONE นั้นทั้งภาครับและภาคส่งจะไม่มีการตรวจสอบพาริตี้

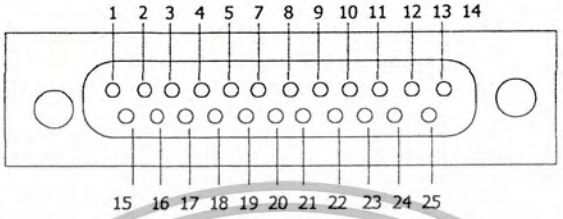
3.1.3 คอนเน็กเตอร์สำหรับพอร์ต RS – 232 และการเชื่อมต่อ

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 หรือ DB-9 ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้นเช่นเดียวกับแบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่น ๆ ที่เคยใช้งานในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนักจึงถูกยกเลิกไป โดยแสดงดังรูปที่ 3.4 การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านทาง RS-232 (Serial Port) ข้อดีของการติดต่อข้อมูลกันผ่านทาง RS-232 ก็คือสามารถใช้ได้ในระยะทางไกลมากกว่าการสื่อสารแบบพอร์ตขนาน และระหว่างอุปกรณ์ที่ติดต่อกันและใช้จำนวนของสายเพียง 2 – 3 เส้นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Connecter DB 9



Connecter DB 25

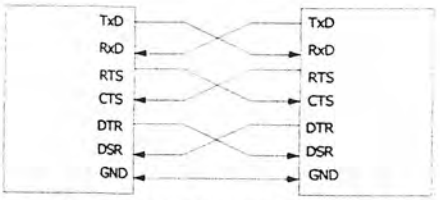
คอนเน็กเตอร์ DB 9	คอนเน็กเตอร์ DB 25	ชื่อสายสัญญาณ	ชนิดสายสัญญาณ
1	8	DCD	Input
2	3	RxD	Input
3	2	TxD	Output
4	20	DTR	Output
5	7	GND	-
6	6	DSR	Input
7	4	RTS	Output
8	5	CTS	Input
9	22	RI	Input

รูปที่ 3.3 แสดงตำแหน่งขาของพอร์ตอนุกรม (RS-232)

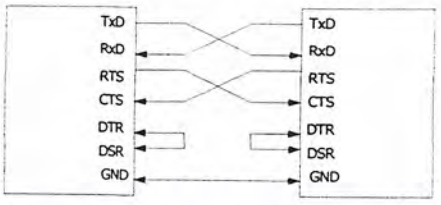
สำหรับการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก ลูกศรในรูปแสดงถึงทิศทางของข้อมูล รูปที่ 3.4(ก)เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem หรือการเชื่อมต่อโดยตรงไม่ต้องผ่านโมเด็ม โดยมีการตรวจสอบหรือแฮนด์เช็กเต็มรูปแบบ รูปที่ 3.4(ข)เป็นการเชื่อมต่อแบบ Null modem ในลักษณะที่ใช้สายสัญญาณเพียง 3 เส้น โดยเส้นหนึ่งสำหรับส่งข้อมูล อีกเส้นสำหรับรับข้อมูล และเส้นสุดท้ายเป็นกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55660



ก. การต่ออุปกรณ์ภายนอก กับ computer แบบ Null Modem



ข. การต่ออุปกรณ์ภายนอก กับ computer แบบ ใช้สาย 3 เส้น

รูปที่ 3.4 แสดงการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอก

หน้าที่การทำงานในแต่ละขาของพอร์ตอนุกรม RS-232 มีดังนี้

- Data Carrier Detect : DCD ขานี้จะแอกตีฟเมื่อมีการส่งสัญญาณพาห์จากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล เช่น โมเด็ม สำหรับการใช้งานปกติขานี้จะไม่ถูกใช้งานมากนัก
- Receive Data : RD หรือ RxD ขานี้ใช้เพื่อรับสัญญาณอนุกรมเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยนำข้อมูลที่อ่านได้เก็บในรีจิสเตอร์บัฟเฟอร์
- Transmitted Data : TD หรือ TxD ขานี้ใช้เพื่อส่งข้อมูลออกจากคอมพิวเตอร์ โดยนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในบัฟเฟอร์สำหรับส่งข้อมูลออกไป
- Data Terminal Relay : DTR เป็นขาสัญญาณที่ส่งออกจากคอมพิวเตอร์เพื่อให้อุปกรณ์ปลายทางรับรู้ว่าต้องการติดต่อด้วย โดยขา DTR นี้จะต้องต่อกับขา DSR ของอุปกรณ์ปลายทาง ถ้าต่อแบบ 3 เส้น จะต้องต่อขา DTR และ DSR ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน
- Signal Ground : GND ขากราวด์ของระบบ
- Data Set Ready : DSR ขานี้จะใช้คู่กับขา DTR เพื่อตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างคอม
- คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ปลายทาง ซึ่งขา DSR นี้จะเป็นขาสำหรับรับข้อมูลจากภายนอก ซึ่งถูกส่งมาจากขา DTR
- Request To Send : RTS เป็นขาสำหรับส่งสัญญาณร้องขอให้อุปกรณ์ปลายทางส่งข้อมูลกลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยขาที่รับสัญญาณ RTS ก็คือขา CTS ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อแบบ Null modem 3 สาย จะต้องเชื่อมต่อขา RTS และ CTS ของตัวมันเองเข้าด้วยกัน เพื่อให้การรับและส่งข้อมูลเกิดขึ้นตลอดเวลา
- Clear To Send : CTS ขานี้จะคอยรับสัญญาณจากขา RTS เมื่อรับสัญญาณได้ ข้อมูลที่ขา TxD จะถูกส่งออกไป ดังนั้นขานี้จึงใช้เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์ต่อพ่วงว่าพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการใช้งาน Visual Basic 6 จะสามารถใช้คอนโทรล MSComm การสื่อสารข้อมูลที่กระตุ้นด้วยเหตุการณ์ (event-driven communication) เป็นรูปแบบการใช้งานที่มีประสิทธิภาพมากสำหรับการตอบสนองแบบทันทีทันใด เช่น เมื่อตัวอักษรถูกส่งมาที่พอร์ตอนุกรม หรือการเปลี่ยน แปลงที่ขา Data Carrier Detect (DCD) หรือขา Request To Sand (RTS) เหตุการณ์ Oncomm ของ MSComm จะสามารถตรวจจับสัญญาณนั้นได้ทันที หลังจากให้โปรแกรมทำงานในฟังก์ชั่นต่าง ๆ ไปเรียบร้อยแล้ว ซึ่งวิธีนี้ใช้งานได้ดีในกรณีที่โปรแกรมมีขนาดเล็ก

คอนโทรล MSComm 1 ตัวสามารถควบคุมการทำงานของพอร์ตอนุกรมได้ 1 พอร์ต ถ้าในโปรแกรมที่ใช้งานต้องการติดต่อกับพอร์ตอนุกรม มากกว่า1พอร์ตจะต้องใช้คอนโทรล MSComm มากกว่า 1 ตัวเพื่อควบคุมพอร์ตอนุกรมในแต่ละพอร์ต แอดเดรสของพอร์ตอนุกรมและแอดเดรสของการอินเตอร์รัปต์สามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการแก้ไขค่าที่Control Panel คอนโทรล MSComm จะมีคุณสมบัติ (property) ดังนี้

1. Property ชื่อ CommPort คือ เลือกคอมพอร์ตที่เราจะต่อใช้งาน ในที่นี้เลือกจะใช้ Com1 อยู่ที่ด้านหลังเครื่องคอมฯ เช่น MSComm1.CommPort = 1

2. Property ชื่อ Settings คือ การตั้งค่าของการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องรู้ด้วยว่าอัตราบอดของอุปกรณ์ที่จะติดต่อด้วยเป็นเท่าไร โดยมีรายละเอียดการใส่ต่างๆค่าดังนี้เช่น MSComm1.Settings = " Baud (อัตราการรับส่งข้อมูล) , Parity (ถ้าไม่ใช้ใส่ N) ,จำนวนบิตข้อมูล, บิตสต๊อบ "

ค่าบอดเรตมาตรฐานที่ใช้กับ MSComm มีดังนี้

110 บิตต่อวินาที
300 บิตต่อวินาที (ค่าที่ใช้งานใน CNC-Compact 5)
600 บิตต่อวินาที
1,200 บิตต่อวินาที
2,400 บิตต่อวินาที
9,600 บิตต่อวินาที (ค่าปกติ)
14,400 บิตต่อวินาที
19,200 บิตต่อวินาที
28,800 บิตต่อวินาที
38,400 บิตต่อวินาที
56,000 บิตต่อวินาที
128,000 บิตต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับค่ามาตรฐานในการกำหนดค่าพาริตี้มีดังนี้

สัญลักษณ์	รายละเอียด
E	พาริตี้คู่ (Even)
M	ลอจิก " 1 " (MARK)
N	ไม่ใช้ (ค่าปกติ)
O	พาริตี้คี่ (Odd)
S	ลอจิก " 0 " (Space)

ตารางที่3.2 แสดงค่ามาตรฐานในการกำหนดค่าพาริตี้

ค่าที่ใช้ในการกำหนดจำนวนบิตมี 5 ค่า คือ 4, 5, 6, 7 และ 8 (เป็นค่าปกติ)

ค่าที่ระบุจำนวนบิตปิดท้ายมี 3 ค่า คือ 1 (เป็นค่าปกติ) , 1.5, และ 2

เช่น MSComm1.Settings = "1200, N, 7, 1"

3. Propety ชื่อ PortOpen คือการกำหนดสถานะของพอร์ตอนุกรม เพื่อเปิดและปิดพอร์ตอนุกรม ซึ่งมี 2 สถานะ คือ True , False

เช่น MSComm1.PortOpen = True

การตั้งค่าคุณสมบัติ (Property) สามารถตั้งค่า Event อยู่ที่ Form_Load() ซึ่งทำให้ทุกครั้งที่เรียกฟอร์มจะตั้งค่าคุณสมบัติตามนี้

```
Private Sub Form_Load()
   MSComm1.Settings = " 300, N, 7, 1 "
    MSComm1.CommPort = 1
    MSComm1.PortOpen = True
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ทฤษฎีพื้นฐานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.1ตำแหน่งขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์จะมีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน

1. ขา Vcc (40)ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V

2. ขา GND (20)เป็นขากราวด์ สำหรับต่อกับกราวด์ของระบบ

3. ขาพอร์ต 0(P0.0 – P0.7)(32-39)มี 8ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุต หรือเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังตำแหน่งแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วยส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอยจึงมีอิมพีแดนซ์อินพุตสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรส ไบท์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0 – A7) และขาข้อมูล(D0- D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพล็กเข้าช่วยเพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขาติดต่อแอสเดรสและขาข้อมูล

4. ขาพอร์ต 1 (P1.0 – P1.7) (1-8) มี 8ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ทใดเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1"ไปยังแต่ละตำแหน่งบิตของพอร์ทที่ต้องการติดต่อด้วย

5. ขาพอร์ต 2 (P2.0 – P2.7) (21-28) มี 8ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ทใดเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1"ไปยังแต่ละตำแหน่งบิตของพอร์ทที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอยจึงมีอิมพีแดนซ์อินพุตสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรส ไบท์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A8 – A15)

6. ขาพอร์ต 3 (P3.0 – P3.7) (10-17) มี 8ขา แต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุทและเอาท์พุทสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ทใดเป็นอินพุท สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1"ไปยังแต่ละตำแหน่งบิตของพอร์ทที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสถานะปล่อยลอยจึงมีอิมพีแดนซ์อินพุตสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นพอร์ต 3 ยังถูกใช้งานในหน้าที่พิเศษดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา RxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขา TxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา $\overline{\text{INTO}}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา $\overline{\text{INT1}}$

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือขา T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุทสำหรับการรับสัญญาณไทม์เมอร์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{WR}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ $\overline{\text{RD}}$ ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

7. ขา รีเซต (Reset) (9)ใช้ในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

8. ขา $\overline{\text{ALE}}$**/PROG (30)** (Address Latch Enable/Program pulse input)เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตท์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขานี้ยังใช้เป็นขาสำหรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ ในรุ่นที่มีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม(EPROM)

9. ขา PSEN (29) (Program Status Enable) เป็นขาที่ทำหน้าที่บอกว่า MCS - 51 ต้องการติดต่อกับ Program Memory ขานี้จะทำงานที่ลอจิก "0"Program Memory ส่วนใหญ่ก็ คือ EPROM ที่ต่ออยู่ภายนอกหรือ Flash Rom ที่อยู่ภายใน ในกรณีที่เราไม่ได้ต่อ EPROM ภายนอกก็ปล่อยลอยๆ ไว้อย่างนั้น

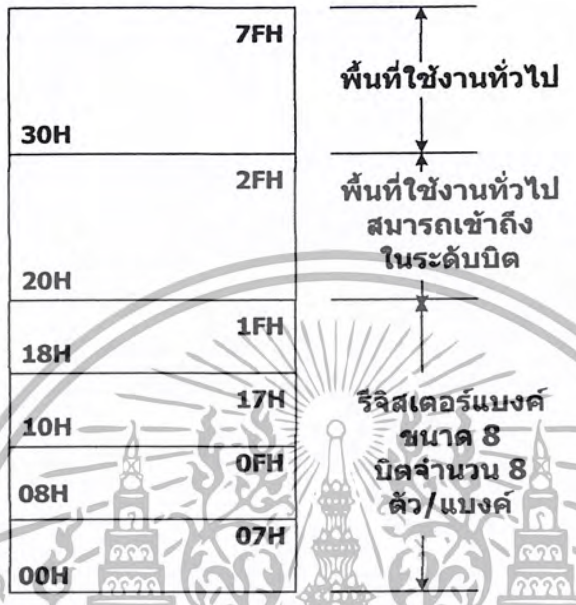
10. ขา $\overline{\text{EA}}$ **(31)**ใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำภายในหรือภายนอกของไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าเป็น "0"เป็นการเลือกหน่วยความจำภายนอก แต่ถ้าเป็น "1" เป็นการเลือกหน่วยความจำภายใน

11. ขา XTAL1(18) และ XTAL2(19)เป็นขาสำหรับต่อ คริสตอล เพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 หน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

มีด้วยกัน 2 แบบ คือ หน่วยความจำภายใน และ หน่วยความจำภายนอก การติดต่อหน่วยความจำภายนอกนั้นจะใช้สัญญาณจาก ขา $\overline{WR}$ และ $\overline{RD}$



รูปที่ 3.5 การจัดสรรค์พื้นที่หน่วยความจำภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

3.2.3 รีจิสเตอร์ ฟังชั่นท์พิเศษ(Special Function Register: SFR)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีด้วยกัน 22 ตัว รีจิสเตอร์ SFR มีแอดเดรสอยู่ระหว่าง 80H – FFH ในพื้นที่หน่วยความจำข้อมูลส่วนบน สามารถเข้าถึงได้โดยตรง สำหรับรายละเอียดเบื้องต้นของรีจิสเตอร์ SFR มีดังนี้

1. รีจีสเตอร์ ACC รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ และทางลอจิกและใช้ในการโอนถ่ายข้อมูลต่างๆเป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้บ่อยมากสามารถเข้าถึงในระดับบิทได้ รีจิสเตอร์ A นี้อยู่ที่แอดเดรส E0H

2. รีจีสเตอร์ B รีจิสเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ในการคูณและหาร กับรีจิสเตอร์ A เท่านั้น

3. รีจิสเตอร์แสดงสถานะของโปรแกรม (Program Status Word: PSW) เป็นรีจีสเตอร์ที่แสดงสถานะของรีจิสเตอร์ A ว่าเป็นอย่างไร

CY	AC	F0	RS 1	RS 0	OV	-	P

รูปที่3.6 บิท ต่างๆของรีจิสเตอร์ PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CY (Carry Flag) เป็นรีจิสเตอร์บิตที่ 7 ของ PSW บิตนีจะถูกเซตเป็น "1" เมื่อ

- รีจิสเตอร์ A บวกกับค่าใดค่าหนึ่งแล้วผลลัพธ์เกิน FFH
- รีจิสเตอร์ A ลบกับค่าใดค่าหนึ่งแล้วผลลัพธ์ติดลบ
- เมื่อมีการกระทำการ Rotate

AC (Auxiliary Carry Flag) บิตนี้จะเป็น "1" เมื่อมีการบวกแบบ BCD(Binary Code Decimal) คือเป็นการบวกแบบฐานสิบ

F0 เป็นบิตใช้งานทั่วไป

RS1, RS0 เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่เลือกว่าให้รีจิสเตอร์ RO- อยู่ที่แอดเดรส ไหน

RS1	RS0	BANK	ADDRESS
0	0	0	00H - 07H
0	1	1	08H - 0FH
1	0	2	10H – 17H
1	1	3	18H – 1FH

ตารางที่ 3.3 แสดง รีจิสเตอร์ RS1, RS0

OV (Over Flow) บิตนี้จะถูกเคลียร์เป็น"0" เมื่อมีการกระทำทางด้านคณิตศาสตร์ของรีจิสเตอร์ A แล้วค่าเกินเป็นบวก 0 – 127 และเป็น "1"เมื่อผลที่ได้เป็นลบ(-1)- (-128)

P (Parity Bit)บิตนี้จะเป็น "1"ก็ต่อเมื่อจำนวนบิตที่เป็น"1'ของรีจิสเตอร์A เป็นคี่(Odd Parity)และบิตนี้จะเป็น "0"ก็ต่อเมื่อจำนวนบิตที่เป็น"1'ของรีจิสเตอร์ A เป็นคู่ (Even Parity)ส่วนใหญ่จะใช้ในการติดต่อกับ Serial Port

DPTR (Data Pointer)เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ชี้ แอดเดรสของหน่วยความจำภายนอก มันจึงมีขนาด 16 บิตรีจิสเตอร์นี้ประกอบด้วย DPH,DPL ขนาด 8บิตโดย DPH เป็นรีจิสเตอร์ไบท์สูงและ DPL เป็นรีจิสเตอร์ไบท์ต่ำอยู่ที่แอดเดรส 82H

SP (Stack Pointer)เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำภายใน ตำแหน่งที่ชี้จะเรียกว่า Stack ทำหน้าที่เก็บข้อมูลต่างที่ MCS - 51 ต้องการเก็บข้อมูลจากคำสั่งพวก CALL, PUSH, POP หรืออินเตอร์รัปท์

3.2.4 รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์(Timer Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต แบ่งเป็นไบท์สูงและต่ำเช่นเดียวกับรีจิสเตอร์DPTRรีจิสเตอร์ไทม์เมอร์ใช้ในการเก็บค่าของตัวนับหรือเคาน์เตอร์(counter)ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการสร้างฐานเวลา,จับเวลาหรือนับจำนวนพัลส์สัญญาณนาฬิกาภายใน บางที่เรียกว่ารีจิสเตอร์ไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 รีจิสเตอร์ควบคุม(Control register)

1. **รีจิสเตอร์ PCON** เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดอัตราการรับส่งข้อมูลของวงจรสื่อสารอนุกรมและกำหนดการทำงานในโหมดประหยัดพลังงาน
2. **รีจิสเตอร์ SCON**เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของวงจรอนุกรมภายในไมโครคอนโทรเลอร์
3. **รีจิสเตอร์ TCON,T2CON** เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ภายในโดย T2CON เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์
4. **รีจิสเตอร์ TMOD,T2MOD** เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมลักษณะการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ภายในโดย T2MOD เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของไทม์เมอร์/เคาน์เตอร์ 2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์
5. **รีจิสเตอร์ IE และ IP** เป็นรีจิสเตอร์ที่เกี่ยงข้องกับการตอบสนองการอินเตอร์รับท์โดยเป็นรีจิสเตอร์สำหรับเอ็นเอเบิลหรือใช้การกำหนดลักษณะของการตอบสนองการอินเตอร์รัปท์ในขณะที่ IP เป็นรีจิสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการตอบสนองการอินเตอร์รัปท์จะให้ซีพียูตอบสนองการเกิดอินเตอร์รัปท์ในลักษณะใดก่อนหลัง

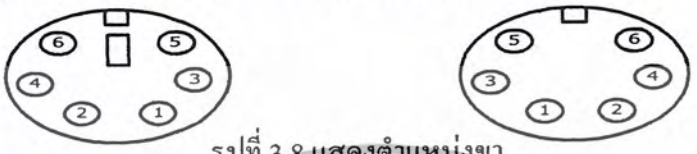
3.2.6 Keyboard PC

ในปัจจุบันนี้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ ที่จำเป็นกับการทำงานมาก เหมือนเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันตัวหนึ่งเหมือนกัน เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีประโยชน์ทำให้จำนวนคนที่ซื้อคอมพิวเตอร์มีจำนวนมาก เพราะราคาถูกมากเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพของมัน เพราะฉะนั้น ถ้าสามารถนำอุปกรณ์คอมพิวเตอร์นำมาประยุกต์ในการสร้าง Project จะทำให้สามารถประหยัด และยังมีรูปลักษณ์ที่สวยงามด้วย Keyboard ทั่วไป คนส่วนใหญ่คิดว่า Code ที่ออกมาจากคีย์บอร์ดนั้นคือ Ascii Code ซึ่งความเป็นจริงนั้นไม่ใช่ เพราะ Code ที่ออกมานั้นคือ Code ที่ได้จากการ Scan ของไมโครคอนโทรลเลอร์ในคีย์บอร์ด เหมือน Matrix Sw. ซึ่ง Code ที่ได้กับหมายเลขบนปุ่มสวิทซ์ จะไม่ตรงกันต้องทำการแปลงก่อน เช่นเดียวกับ คีย์บอร์ด PCที่ส่งCode ออกมา เรียกว่า Scan Code

รูปที่ 3.7 วงจรการส่งค่าออกจากคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สิ่งที่ต้องทำคือต้องเขียนโปรแกรมติดต่อกับคีย์บอร์ด เพื่อทำการอ่านค่า Scan Code มาจากคีย์บอร์ด และทำการแปลง Scan Code เป็น Ascii Code อีกที แต่จะมีบางปุ่มของคีย์บอร์ดที่พิเศษจากปุ่มอื่นๆนั้นคือ ปุ่ม CapLock, Numlock, ScollLockที่พิเศษ คือ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รับ Codeเหล่านี้จะต้องส่ง Code Control LED ไปยังคีย์บอร์ด เพื่อควบคุมการแสดงผล LED บนตัวของคีย์บอร์ดตามคีย์ทั้ง 3 ที่โดนกด ลักษณะ ทาง โครงสร้างคือ



รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งขา

ขา 1 :Data เป็นขาที่ทำหน้าที่รับ/ส่งข้อมูลระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ Keyboard

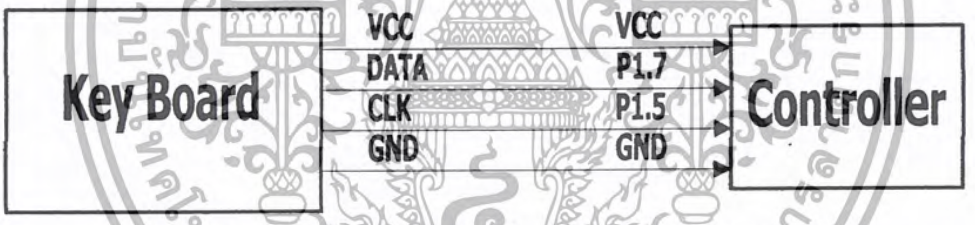
ขา 2 : ไม่ได้ใช้

ขา 3 : Ground

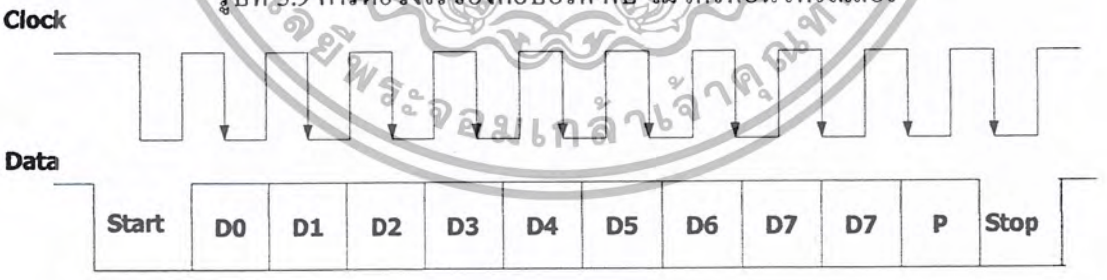
ขา 4 : ไม่ได้ใช้

ขา 5:Clock เป็นสัญญาณนาฬิกาในการติดต่อระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับ คีย์บอร์ด

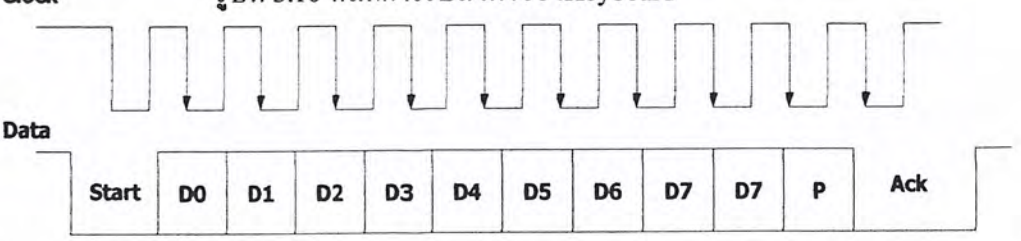
ขา 6 : ไม่ได้ใช้



รูปที่ 3.9 การต่อวงจรของคีย์บอร์ด กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.10 หลักการรับส่งค่าของKeyboard



P = Parity Odd = 0 Even =1

รูปที่ 3.11 หลักการรับส่งค่าของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณนาฬิกาดังรูปที่ 3.10จะเกิดเมื่อทำการกดปุ่มใดปุ่มหนึ่งของคีย์บอร์ด ตัวคีย์บอร์ดก็จะทำการส่งข้อมูลไปยัง ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยคีย์บอร์ดจะสร้างสัญญาณ Clock ให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์พร้อมส่ง ข้อมูลไปพร้อมกัน ซึ่งข้อมูลจะประกอบด้วย Start Bit และ Data Bit และ Stop Bit สัญญาณนาฬิกาดังรูปที่ 3.11จะเกิดเมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องการส่งข้อมูลไปให้คีย์บอร์ด โดย ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำให้ขา Clock เป็น "0" แต่ก่อนจะเป็น "0" ต้องตรวจสอบก่อนว่าขาClock ต้องเป็น "1"ก่อน จากกนั้นเคลียร์ขาDataให้เป็น "0"แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องเซ็ท ขาClock ให้เป็น "1" อีกครั้ง เพื่อเป็นการบอกให้คีย์บอร์ดรู้ว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการส่งข้อมูลไปให้ จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต้องรอสัญญาณนาฬิกาจากคีย์บอร์ด แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ ก็ต้องส่งข้อมูลไปให้ คีย์บอร์ด ตามจังหวะสัญญาณนาฬิกาตามรูป

ขั้นตอนการทำงานของการติดต่อกับ คีย์บอร์ด

3.2.6.1 เมื่อกดปุ่มบนคีย์บอร์ดจะมีการส่ง Code ของปุ่มนั้นมาให้

3.2.6.2 เมื่อปล่อยปุ่ม คีย์บอร์ดจะส่ง Code FOH และ Code ของปุ่มนั้นมาให้

3.2.6.3 ในกรณีที่กดปุ่ม CapsLock,ScrollLock,NumLock

1. คีย์บอร์ดจะส่ง Code ปุ่มนั้นมาให้
2. เมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับCode มาแล้วตรวจสอบว่าเป็น Code ของปุ่มใด
3. ไมโครคอน โทรลเลอร์ ส่งCode EDH(Code EDH เป็นCode สำหรับเปิดปิด LED บนคีย์บอร์ด)
4. เมื่อคีย์บอร์ดได้รับจะส่งค่า Code FAH เพื่อเป็นการบอกให้รู้ว่าคำสั่งที่รับมาถูกต้อง
5. ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่งค่า Code สำหรับควบคุมการติดดับของ LED บนคีย์บอร์ดได้ดังนี้

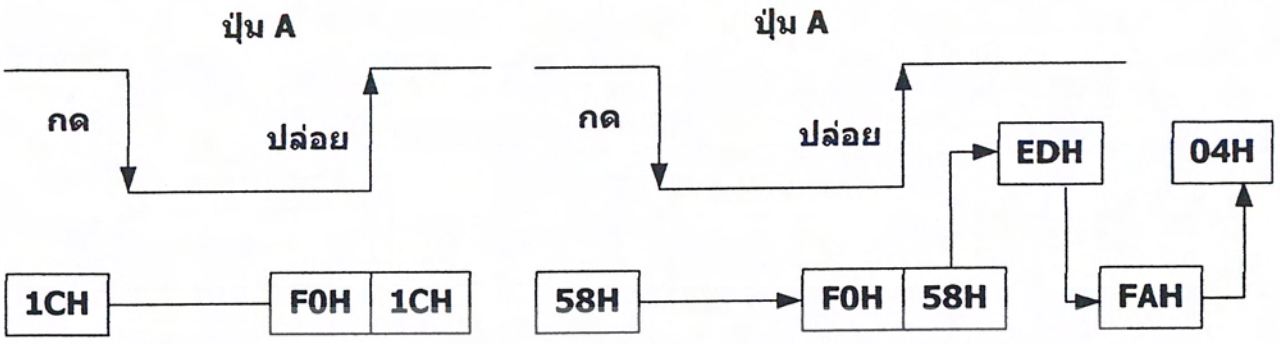
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	CapsLock	NumLock	ScrollLock

"1" =LED ติด,"0" = LED ดับ

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงส่งค่า Code ควบคุมการติดดับของ LED บนคีย์บอร์ด

- หมายเหตุ Code ที่ได้จากคีย์บอร์ด เป็น Scan Code ต้องทำการแปลง Scan Codeให้เป็น Ascii Code อีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการกดคีย์พิเศษ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

ข้อสรุป

โครงงานนี้เป็นการสร้างวงจรขับ(Driver)-ของแขนกล ซึ่งจะใช้การเขียนโปรแกรม ภาษาแอสเซมบลี สั่งงานผ่าน ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS 51เพื่อไปควบคุมวงจรขับซึ่งใช้ IC TA7257p ให้แขนกลทำงานตามที่ต้องการ โดยจะมีทั้งManual Mode และ Auto Mode ซึ่งจะมีฟังชั่น Home เพื่อเซ็ทค่าตำแหน่งเริ่มต้นและ ฟังชั่นท์ Teach เพื่อกำหนดตำแหน่งที่จะให้แขนกลไป โดยจะบันทึกแต่ละตำแหน่งไว้เพื่อเข้าฟังชั่นท์ Edit เพื่อเรียงตำแหน่งที่บันทึกไว้ให้แขนกลทำงานแบบซีเควนส์ (Sequence)การติดต่อสามารถติดต่อผ่านคีบอร์ดคอมพิวเตอร์เพียงอันเดียวหรือผ่านโปรแกรมที่เขียนขึ้นอย่างง่ายด้วยโปรแกรม วิชวลเบสิก 6 จะใช้การเชื่อมต่อแบบ Serial Port เพื่อทริกการทำงานของแขนกลให้ทำงาน

ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ แขนกลไม่สามารถที่จะรับน้ำหนักเวลาที่แขนกลยืดไปข้างหน้าซึ่งอาจเกิดขึ้นเพราะ ระบบกลไกของมอเตอร์ และกลไกสายพานและแขนกล นั้นมีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ง่ายจากการซ้ำตำแหน่งเดิมด้วย

ข้อเสนอแนะ

โครงงานนี้ควรมีการพัฒนาการต่อไปดังต่อไปนี้

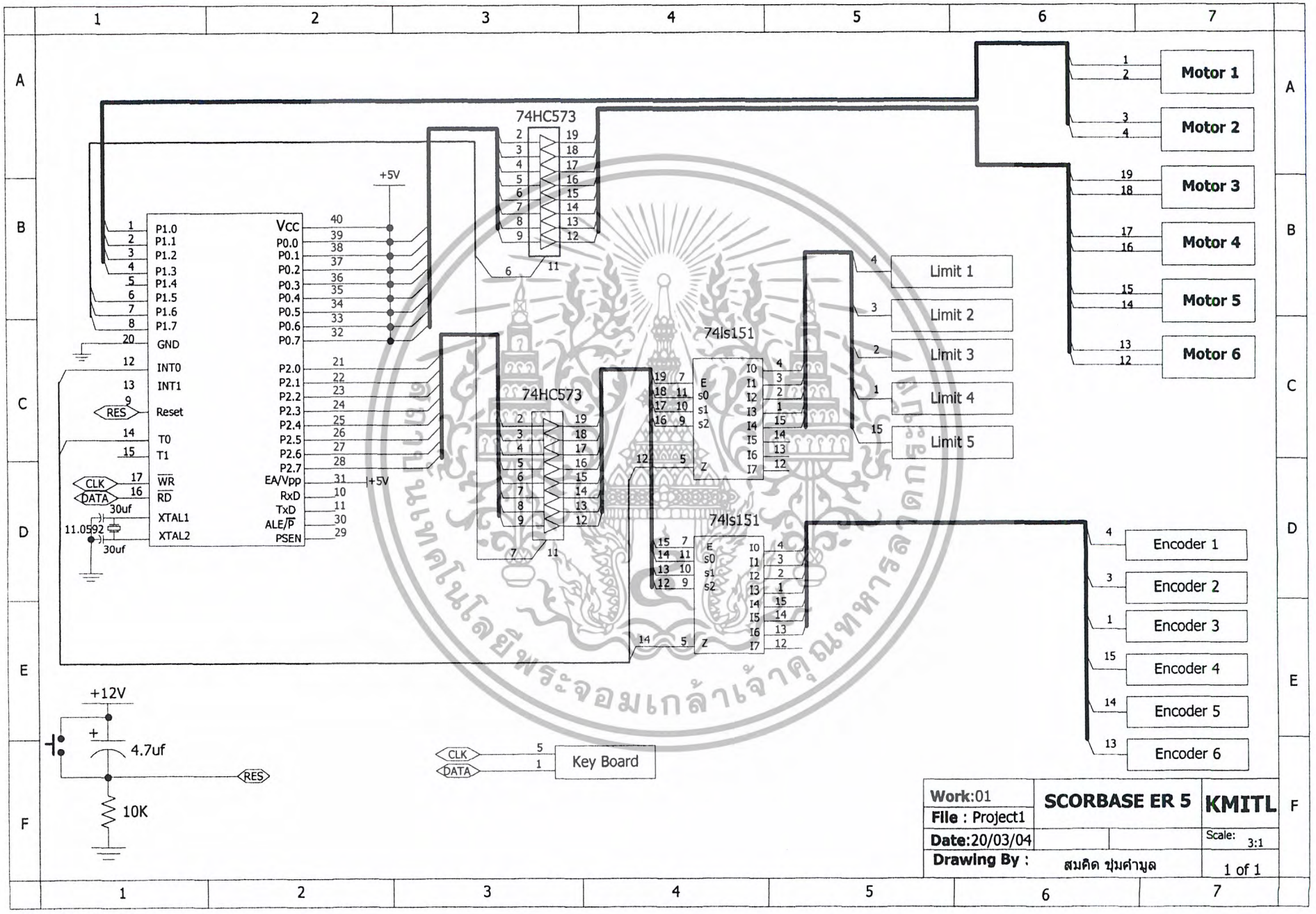
1.การทำงานของวงจรขับ ยังไม่สมบูรณ์มากนัก ยังมีบางฟังชั่นท์ที่ไม่ได้เขียนโปรแกรมไว้ เช่น ฟังชั่น Jump Save ,Load เป็นต้น

2.ควรเขียนโปรแกรมเพิ่มในบางฟังชั่นท์ของโปรแกรมในการอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้และควรสร้างกราฟฟิกแสดงการทำงานของระบบแขนกล

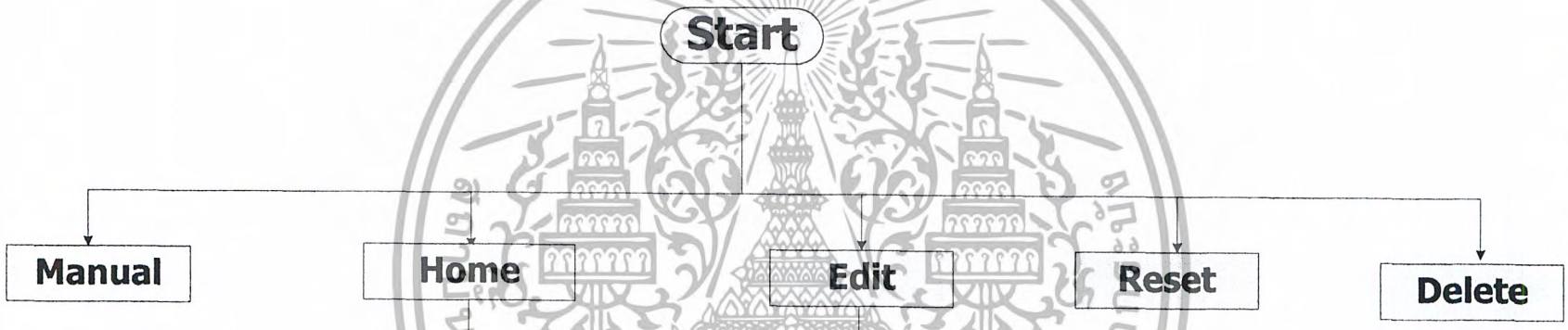
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

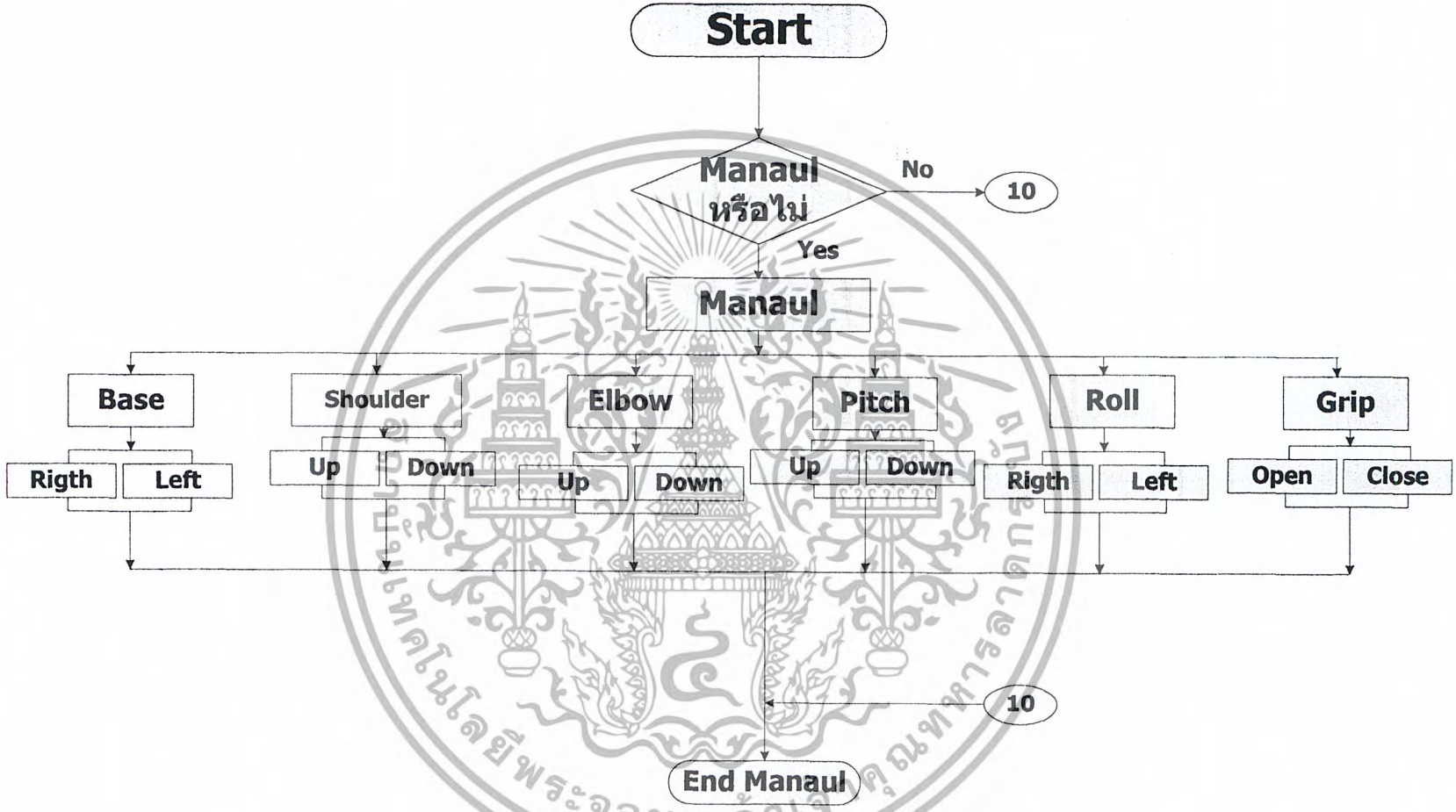

74HC573
74HC573
74ls151
74ls151
+5V
+5V
+12V
4.7uf
10K
RES
30uf
30uf
11.0592
CLK
DATA
Key Board
Motor 1
Motor 2
Motor 3
Motor 4
Motor 5
Motor 6
Limit 1
Limit 2
Limit 3
Limit 4
Limit 5
Encoder 1
Encoder 2
Encoder 3
Encoder 4
Encoder 5
Encoder 6
Work:01
File : Project1
Date:20/03/04
Drawing By : สมคิด ปุ่มคำมูล
SCORBASE ER 5
KMITL
Scale: 3:1
1 of 1

Flow chart
การใช้งานแขนกลทั้งหมด



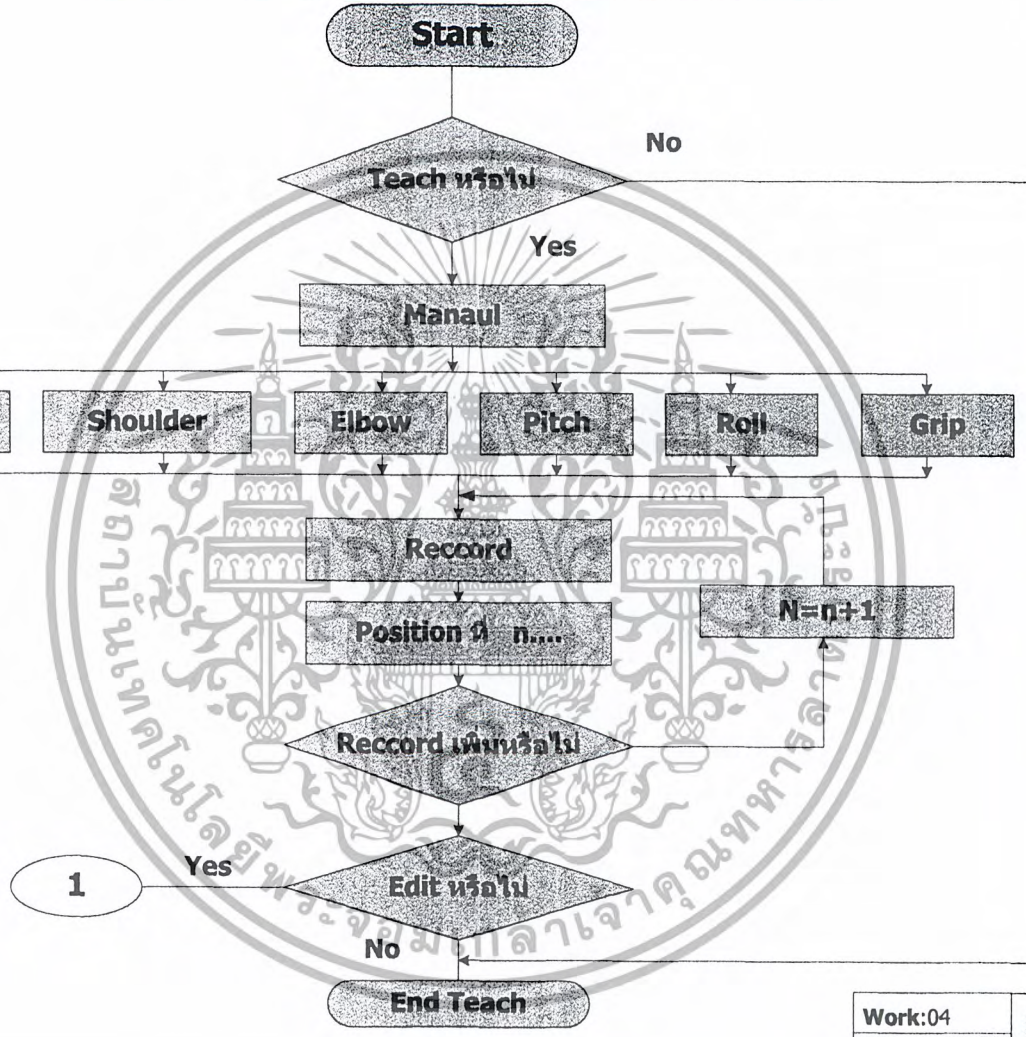
Work:02	SCORBASE ER 5	KMITL
File : Project1		
Date:20/03/04		Scale: 3:1
Drawing By : สมคิด ปุ่มคำมูล		1 of 1

Flow chart การบังคับ แขนกลแบบ Manual



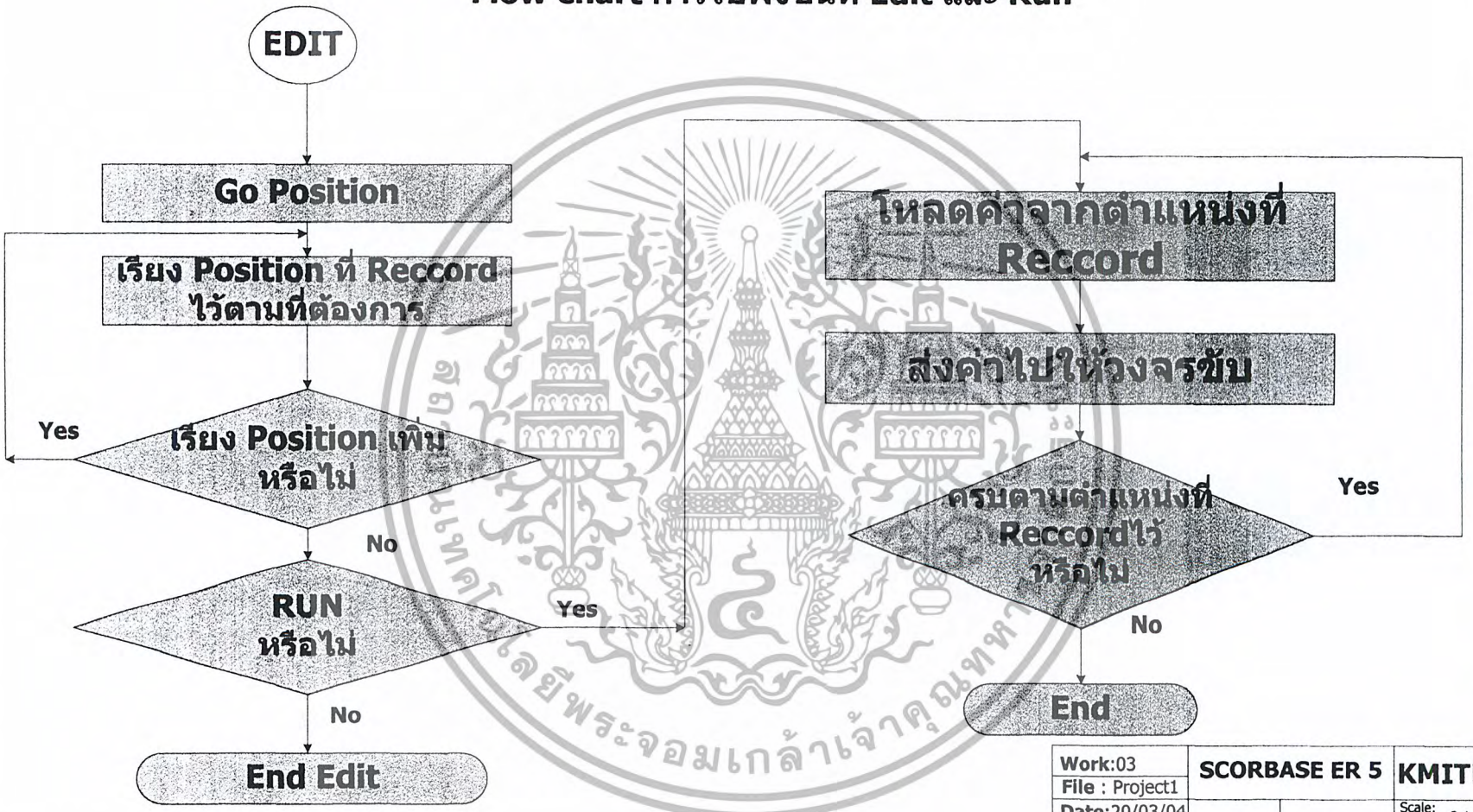
Work:04	SCORBASE ER 5	KMITL
File : Project1		
Date:20/03/04		Scale: 3:1
Drawing By : สมคิด ชุมคำมูล		4 of 1

Flow chart การใช้ฟังชั่นท์ Teach



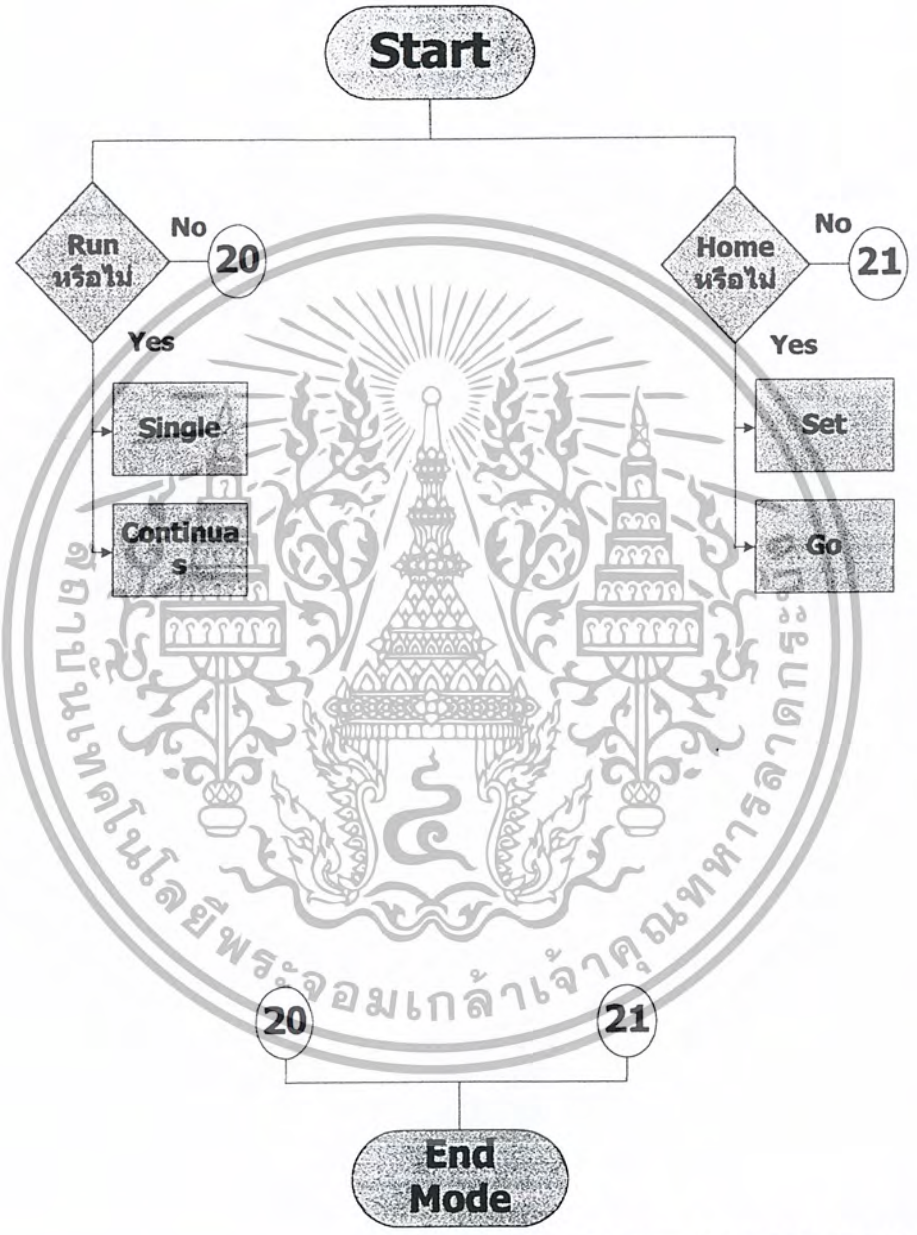
Work:04	SCORBASE ER 5	KMITL
File : Project1		
Date:20/03/04		Scale: 3:1
Drawing By : สมคิด ปุ่มค่ามูล		4 of 1

Flow chart การใช้ฟังชั่นท์ Edit และ Run



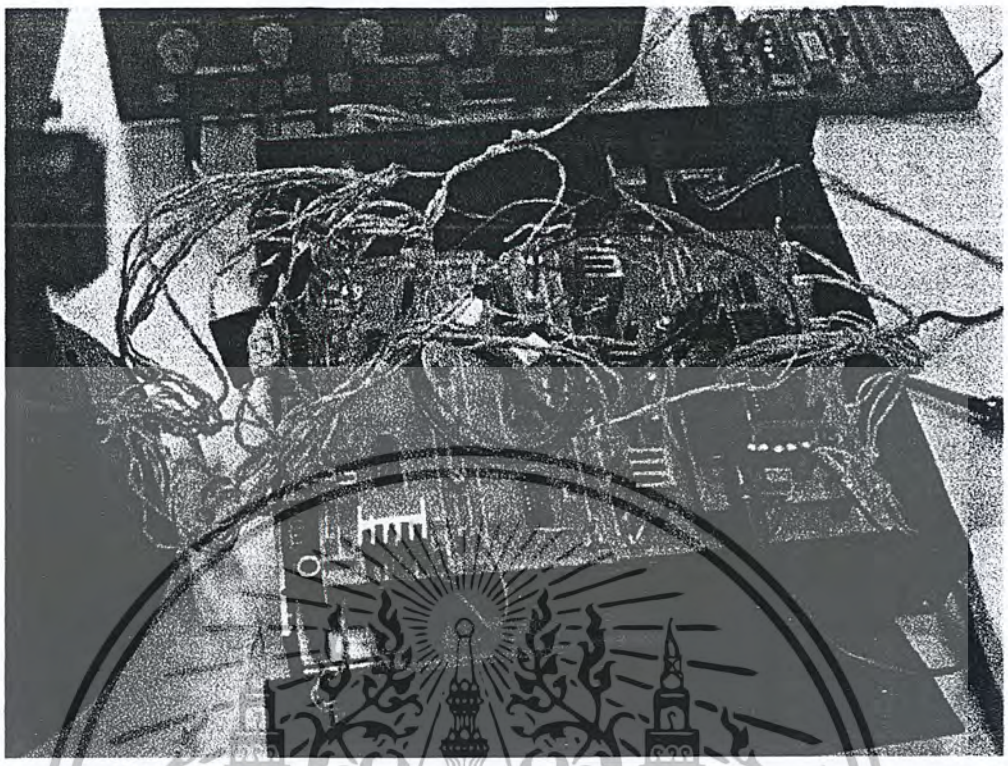
Work:03	SCORBASE ER 5		KMITL
File : Project1			
Date:20/03/04			Scale: 3:1
Drawing By :	สมคิด ขุ่มคำมูล		1 of 1

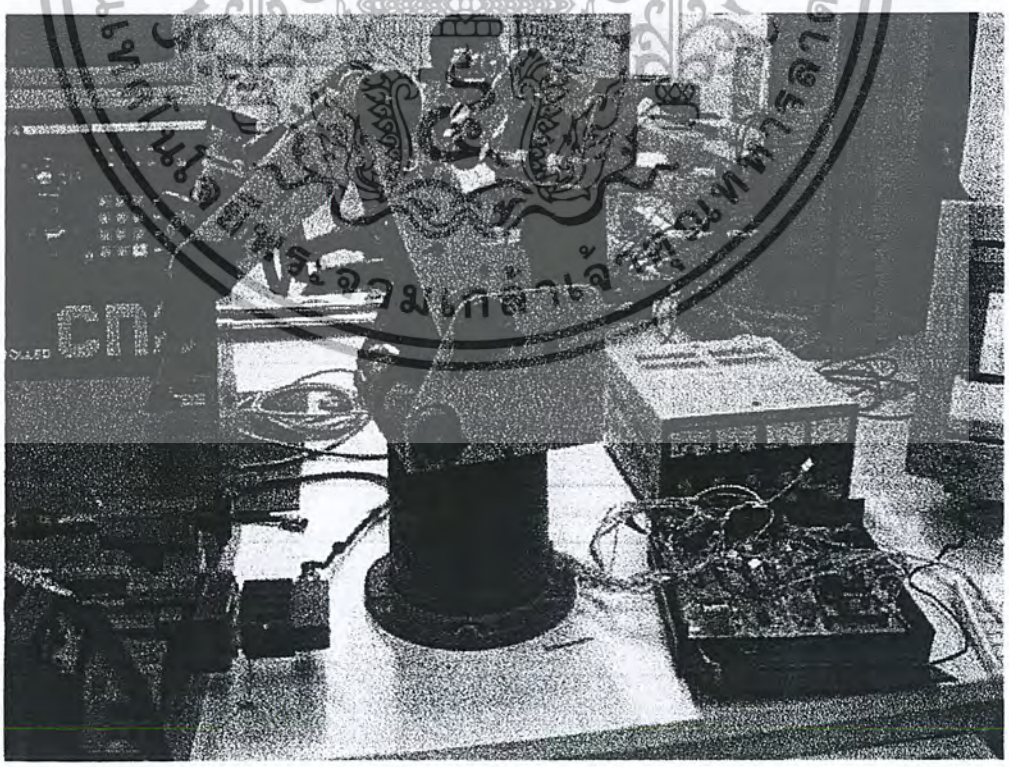
Flow chart การใช้ฟังชั่นท์ Mode



Work:	SCORBASE ER 5	KMI TL
File : Project1		
Date: 20/03		Scale: 3:1
Drawing By : สมคิด ชุ่มคำมูล		1 of 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;*******************************************************************************
;                          SCORBASE ER 5 PLUS
*******************************************************************************
ORG 0000H
   JMP MAIN
        TH      EQU   45H
        TL      EQU   46H
        CLK     EQU   P3.6
        DATAS   EQU   P3.7
        H1      EQU   20H
        L1      EQU   21H
        H11     EQU   22H
        L11     EQU   23H
        H2      EQU   24H
        L2      EQU   25H
        H22     EQU   26H
        L22     EQU   27H
        H3      EQU   28H
        L3      EQU   29H
        H33     EQU   2AH
        L33     EQU   2BH
        H5      EQU   2CH
        L5      EQU   2DH
        H55     EQU   2EH
        L55     EQU   2FH
        H4      EQU   30H
        L4      EQU   31H
        H44     EQU   32H
        L44     EQU   33H
        GRID    EQU   34H
        P_B     EQU   37H
        P_R0    EQU   3EH
        P_R1    EQU   3FH
        P_U0    EQU   42H
        P_U1    EQU   43H
        GRID1   EQU   44H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        KEY_1   EQU     47H
        KEY_2   EQU     48H
;*****************************************************************
        ORG     0003H
        JMP     IN0
        ORG     000BH
        JMP     TIM
IN0:    MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        CLR     TR0
        MOV     TH0,#00H
        MOV     TL0,#00H
        MOV     TH,#00H
        MOV     TL,#00H
        CLR     EX0
        RETI
 TIM:   MOV     A,#00H
        RETI
MAIN:   CLR     P1.5
        MOV     P2,#11H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,M2
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#04H
        SETB    P1.6
        JB      P3.2,$
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
  M2:   CLR     P1.5
        MOV     P2,#00H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,M3
        MOV     TH0,#00H
        MOV     TL0,#01H
        MOV     TMOD,#05H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    EA
        STB     EX0
        ETB     TR0
        LR      IT0
        LR      IE0
        LR      P1.6
        OV      P0,#01H
        ETB     P1.6
        ALL     DELAY_100MS
Z2:     MOV     TH,TH0
        OV      TL,TL0
        ALL     DELAY_100MS
        ALL     DELAY_100MS
        OV      A,TL0
        JNE     A,TL,Z2
        OV      A,TH0
        JNE     A,TH,Z2
        LR      P1.6
        OV      P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        LR      EX0
        LR      EA
        LR      TR0
        NB      P3.2,M3
        LR      P1.6
        OV      P0,#02H
        ETB     P1.6
        B       P3.2,$
        LR      P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        ETB     P1.6
M3:     CLR     P1.5
        MOV     P2,#22H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,M4
        CLR     P1.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   P0,#10H
        SETB  P1.6
        JB    P3.2,$
        CLR   P1.6
        MOV   P0,#0FFH
        SETB  P1.6
M4:     CLR   P1.5
        MOV   P2,#34H
        SETB  P1.5
        JNB   P3.2,M5
        CLR   P1.6
        MOV   P0,#40H
        SETB  P1.1
        CLR   P1.0
        SETB  P1.6
        JB    P3.2,$
        CLR   P1.6
        MOV   P0,#0FFH
        SETB  P1.0
        SETB  P1.1
        SETB  P1.6
M5:     CLR   P1.5
        MOV   P2,#33H
        SETB  P1.5
        JNB   P3.2,M6
        CLR   P1.6
        MOV   P0,#40H
        SETB  P1.0
        CLR   P1.1
        SETB  P1.6
        JB    P3.2,$
        CLR   P1.6
        MOV   P0,#0FFH
        SETB  P1.0
        SETB  P1.1
        SETB  P1.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
M6:     CLR     P1.5
        MOV     P2,#44H
        SETB    P1.5
        MOV     TH0,#00H
        MOV     TL0,#01H
        MOV     TMOD,#05H
        SETB    TR0
        CLR     IT0
CVB:    MOV     TH,TH0
        MOV     TL,TL0
        CLR     P1.6
        SETB    P1.2
        CLR     P1.3
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_10MS
        CALL    DELAY_10MS
        CLR     P1.6
        SETB    P1.2
        SETB    P1.3
        SETB    P1.6
        MOV     A,TL0
        CJNE    A,TL,CVB
        MOV     A,TH0
        CJNE    A,TH,CVB
        CLR     TR0
        MOV     KEY_1,#00H
        MOV     KEY_2,#00H
        CALL    STATUS
; ************************** BASE KEY B-N ******************************
START:  CALL    READ_KEY
        CJNE    A,#32H,NN
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H1
        MOV     TL0,L1
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#01H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        MOV     H1,TH0
        MOV     L1,TL0
        JMP     START
NN:     CJNE    A,#31H,WW
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H2
        MOV     TL0,L2
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#00H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#02H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        MOV     H11,TH0
        MOV     L11,TL0
        JMP     START
; ***************** SHOULDER KEY W-S; **********************
WW:     CJNE    A,#1DH,SS   ;....UP
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     TL0,L2
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#11H
        JNB     P3.2,SS
        SETB    EA
        SETB    EX0
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#04H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     EX0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        MOV     H2,TH0
        MOV     L2,TL0
        JMP     START
SS:     CJNE    A,#1BH,JJJ  ;**********DOWN**********
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H22
        MOV     TL0,L22
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#11H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#08H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     H22,TH0
        MOV     L22,TL0
        JMP     START
    ; ********************** ELBOW KEY R-F; ******************
JJJ:    CJNE    A,#2DH,AFE
        MOV     TMOD,#05H   ;***************UP******************
        MOV     TH0,H3
        MOV     TL0,L3
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#22H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#20H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        MOV     H3,TH0
        MOV     L3,TL0
        JMP     START
AFE:    CJNE    A,#2BH,YY   ;**************DOWN******************
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H33
        MOV     TL0,L33
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#22H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,EX_
        SETB    TR0
        SETB    EX0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#10H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     EX0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        MOV     H33,TH0
        MOV     L33,TL0
EX_:    JMP     START
;********************* HAND ROTATE KEY Y-H; **********************
YY:   CJNE    A,#35H,HH
        MOV     TMOD,#05H
        MOV     TH0,H4
        MOV     TL0,L4
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#34H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#40H
        MOV     P1,#02H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        MOV     H4,TH0
        MOV     L4,TL0
        JMP     START
HH:     CJNE    A,#33H,II
        MOV     TH0,H44
        MOV     TL0,L44
        CLR     P1.5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P2,#34H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#80H
        MOV     P1,#01H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        MOV     H44,TH0
        MOV     L44,TL0
        JMP     START
; ************** HAND UP-DOWN KEY 1-K ****************************
II:     CJNE    A,#43H,KK
        MOV     TH0,H5
        MOV     TL0,L5
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#33H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#40H
        MOV     P1,#01H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        MOV     H5,TH0
        MOV     L5,TL0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP     START
KK:     CJNE    A,#42H,PP
        MOV     TH0,H55
        MOV     TL0,L55
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#33H
        SETB    P1.5
        SETB    TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#80H
        MOV     P1,#02H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        MOV     H55,TH0
        MOV     L55,TL0
        JMP     START
; ************************** GRID KEY P; ************************
PP:     CJNE    A,#4DH,LL
        MOV     GRID,#04H
        CLR     P1.6
        MOV     P1,#04H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
        MOV     P1,#0FFH
        JMP     START
LL:     CJNE    A,#4CH,RECD_1
        MOV     GRID,#08H
        CLR     P1.6
        MOV     P1,#08H
        SETB    P1.6
        CALL    KEY_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P1,#0FFH
BANK:   JMP     START
; ************ RECCODE KEY_2 POSITION KEY 2 PRESS**************
RECD_1: CJNE    A,#1EH,RUN
        CALL    KEY_OFF
        MOV     A,KEY_1
        CJNE    A,#00H,BANK
        CLR     C
        MOV     A,H1
        CJNE    A,#00H,N_B
        MOV     A,L1
        CJNE    A,#00H,N_B
        MOV     A,H11
        CJNE    A,#00H,N_B
        MOV     A,#L11
        CJNE    A,#00H,N_B
        JMP     N_B1
; ***************************************************************************
N_B:    MOV     A,H1        ;**********SAVE STATUS BASE*********
        SUBB    A,H11
        JC      L1_SET
        MOV     A,L1
        SUBB    A,L11
        JC      L1_SET
        MOV     A,L1
        CLR     C
        SUBB    A,L11
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        SUBB    A,H11
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        ADD     A,#01H
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        ADDC    A,#00H
        MOV     H1,A
        MOV     35H,L1
        MOV     36H,H1
        MOV     P_B,#01H
        JMP     N_SH
RUN:    JMP     RECD_2
N_B1:   MOV     35H,#00
        MOV     36H,#00
        MOV     P_B,#00
        JMP     N_SH
L1_SET: MOV     A,L11
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        MOV     L1,A
        MOV     A,H11
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        ADD     A,#01H
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        ADDC    A,#00H
        MOV     H1,A
        MOV     35H,L1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV   36H,H1
        MOV   P_B,#02H
N_SH:   MOV   A,H2
        CJNE  A,#00H,N_SH1
        MOV   A,L2
        CJNE  A,#00H,N_SH1
        MOV   A,H22
        CJNE  A,#00H,N_SH1
        MOV   A,#L22
        CJNE  A,#00H,N_SH1
        JMP   N_SH2
; ********** SAVE STATUS SHOULDER **********
N_SH1:  MOV   A,L22
        CLR   C
        SUBB  A,L2
        MOV   L2,A
        MOV   A,H22
        SUBB  A,H2
        MOV   H2,A
        MOV   A,#0FFH
        CLR   C
        SUBB  A,H2
        MOV   H2,A
        MOV   A,#0FFH
        CLR   C
        SUBB  A,L2
        ADD   A,#01H
        MOV   L2,A
        MOV   A,H2
        ADDC  A,#00H
        MOV   H2,A
        MOV   38H,L2
        MOV   39H,H2
        JMP   N_EL
N_SH2:  MOV   38H,#00H
        MOV   39H,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
; ************************ SAVE STATUS ELBOW ****************************
N_EL:  MOV    A,H3
       CJNE   A,#00H,N_EL1
       MOV    A,L3
       CJNE   A,#00H,N_EL1
       MOV    A,H33
       CJNE   A,#00H,N_EL1
       MOV    A,#L33
       CJNE   A,#00H,N_EL1
       JMP    N_EL2
N_EL1: MOV    A,L3
       CLR    C
       SUBB   A,L33
       MOV    L3,A
       MOV    A,H3
       SUBB   A,H33
       MOV    H3,A
       MOV    A,#0FFH
       CLR    C
       SUBB   A,H3
       MOV    H3,A
       MOV    A,#0FFH
       CLR    C
       SUBB   A,L3
       ADD    A,#01H
       MOV    L3,A
       MOV    A,H3
       ADD    C A,#00H
       MOV    H3,A
       MOV    3AH,L3
       MOV    3BH,H3
       JMP    N_HANDR
N_EL2: MOV    3AH,#00
       MOV    3BH,#00H
;****************** SAVE  STATUS  HAND ROTATE*****************
N_HANDR: MOV A,H4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#00H,N_HANDR1
        MOV     A,L4
        CJNE    A,#00H,N_HANDR1
        MOV     A,H44
        CJNE    A,#00H,N_HANDR1
        MOV     A,#L44
        CJNE    A,#00H,N_HANDR1
        JMP     N_HANDR2
N_HANDR1:   CLR C
        MOV     A,H4
        SUBB    A,H44
        JC      L1_SET1
        MOV     A,L4
        SUBB    A,L44
        JC L1_  SET1
        MOV     A,L4
        CLR     C
        SUBB    A,L44
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        SUBB    A,H44
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        ADD     A,#01H
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        ADDC    A,#00H
        MOV     H4,A
        MOV     3CH,L4
        MOV     3DH,H4
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P_R0,#40H
        MOV     P_R1,#02H
        JMP     N_HANDU
N_HANDR2:MOV 3CH,#00H
        MOV     3DH,#00
        MOV     P_R0,#00
        MOV     P_R1,#00
        JMP     N_HANDU
L1_SET1: MOV    A,L44
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        MOV     L4,A
        MOV     A,H44
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        ADD     A,#01H
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        ADDC    A,#00H
        MOV     H4,A
        MOV     3CH,L4
        MOV     3DH,H4
        MOV     P_R0,#80H
        MOV     P_R1,#01H
; ******************** SAVE STATUS HAND UP_DOWN ************************
N_HANDU: MOV A,H5
        CJNE    A,#00H,N_HANDU1
        MOV     A,L5
        CJNE    A,#00H,N_HANDU1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,H55
        CJNE    A,#00H,N_HANDU1
        MOV     A,#L55
        CJNE    A,#00H,N_HANDU1
        JMP     BAN1
N_HANDU1: CLR C
        MOV     A,H5
        SUBB    A,H55
        JC      L1_SET2
        MOV     A,L5
        SUBB    A,L55
        JC      L1_SET2
        MOV     A,L5
        CLR     C
        SUBB    A,L55
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        SUBB    A,H55
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        ADD     A,#01H
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        ADDC    A,#00H
        MOV     H5,A
        MOV     40H,L5
        MOV     41H,H5
        MOV     P_U0,#40H
        MOV     P_U1,#01H
        JMP     BAN2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BAN1:   MOV     40H,#00
        MOV     41H,#00
        MOV     P_U0,#00
        MOV     P_U1,#0
        JMP     BAN2
L1_SET2: MOV    A,L55
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        MOV     L5,A
        MOV     A,H55
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        ADD     A,#01H
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        ADDC    A,#00H
        MOV     H5,A
        MOV     40H,L5
        MOV     41H,H5
        MOV     P_U0,#80H
        MOV     P_U1,#02H
; ************************** SAVE GRID ************************************
BAN2:   MOV     44H,GRID
        MOV     KEY_1,#01H
        CALL    STATUS
BAN:    JMP     START
; ****************** RECCODE KEY_4 POSITION 2 ***************************
RECD_2:CJNE     A,#25H,RUN5  ;.******KEY_4 ******
        CALL    KEY_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,KEY_2
        CJNE    A,#00H,BAN
        CLR     C
        MOV     A,H1
        CJNE    A,#00H,N_B5
        MOV     A,L1
        CJNE    A,#00H,N_B5
        MOV     A,H11
        CJNE    A,#00H,N_B5
        MOV     A,#L11
        CJNE    A,#00H,N_B5
        JMP     N_B15
N_B5:   MOV     A,H1
        SUBB    A,H11
        JC      L1_SET5
        MOV     A,L1
        SUBB    A,L11
        JC      L1_SET5
        MOV     A,L1
        CLR     C
        SUBB    A,L11
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        SUBB    A,H11
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        ADD     A,#01H
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        ADDC    A,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     H1,A
        MOV     50H,L1
        MOV     51H,H1
        MOV     52H,#01H
        JMP     N_SH5
RUN5:   JMP     EDIT_
N_B15:  MOV     50H,#00
        MOV     51H,#00
        MOV     52H,#00
        JMP     N_SH5
L1_SET5:MOV     A,L11
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        MOV     L1,A
        MOV     A,H11
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H1
        MOV     H1,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L1
        ADD     A,#01H
        MOV     L1,A
        MOV     A,H1
        ADDC    A,#00H
        MOV     H1,A
        MOV     50H,L1
        MOV     51H,H1
        MOV     52,#02H
N_SH5:  MOV     A,H2
        CJNE    A,#00H,N_SH15
        MOV     A,L2
        CJNE    A,#00H,N_SH15
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,H22
        CJNE    A,#00H,N_SH15
        MOV     A,#L22
        CJNE    A,#00H,N_SH15
        JMP     N_SH25
N_SH15: MOV     A,L22
        CLR     C
        SUBB    A,L2
        MOV     L2,A
        MOV     A,H22
        SUBB    A,H2
        MOV     H2,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H2
        MOV     H2,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L2
        ADD     A,#01H
        MOV     L2,A
        MOV     A,H2
        ADDC    A,#00H
        MOV     H2,A
        MOV     53H,L2
        MOV     54H,H2
        JMP     N_EL5
N_SH25: MOV     53H,#00H
        MOV     54H,#00H
N_EL5:  MOV     A,H3
        CJNE    A,#00H,N_EL15
        MOV     A,L3
        CJNE    A,#00H,N_EL15
        MOV     A,H33
        CJNE    A,#00H,N_EL15
        MOV     A,#L33
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#00H,N_EL15
        JMP     N_EL25
N_EL15: MOV     A,L3
        CLR     C
        SUBB    A,L33
        MOV     L3,A
        MOV     A,H3
        SUBB    A,H33
        MOV     H3,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H3
        MOV     H3,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L3
        ADD     A,#01H
        MOV     L3,A
        MOV     A,H3
        ADDC    A,#00H
        MOV     H3,A
        MOV     55H,L3
        MOV     56H,H3
        JMP     N_HANDR5
N_EL25: MOV     55H,#00
        MOV     56H,#00H
N_HANDR5:MOV A,H4
        CJNE    A,#00H,N_HANDR15
        MOV     A,L4
        CJNE    A,#00H,N_HANDR15
        MOV     A,H44
        CJNE    A,#00H,N_HANDR15
        MOV     A,#L44
        CJNE    A,#00H,N_HANDR15
        JMP     N_HANDR25
N_HANDR15:CLR C
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,H4
        SUBB    A,H44
        JC      L1_SET15
        MOV     A,L4
        SUBB    A,L44
        JC      L1_SET15
        MOV     A,L4
        CLR     C
        SUBB    A,L44
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        SUBB    A,H44
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        ADD     A,#01H
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        ADDC    A,#00H
        MOV     H4,A
        MOV     57H,L4
        MOV     58H,H4
        MOV     59H,#40H
        MOV     5AH,#02H
        JMP     N_HANDU5
N_HANDR25:MOV 57H,#00H
        MOV     58H,#00
        MOV     59H,#00
        MOV     5AH,#00
        JMP     N_HANDU5
L1_SET15: MOV  A,L44
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        MOV     L4,A
        MOV     A,H44
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H4
        MOV     H4,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L4
        ADD     A,#01H
        MOV     L4,A
        MOV     A,H4
        ADDC    A,#00H
        MOV     H4,A
        MOV     57H,L4
        MOV     58H,H4
        MOV     59H,#80H
        MOV     5AH,#01H
N_HANDU5: MOV A,H5
        CJNE    A,#00H,N_HANDU15
        MOV     A,L5
        CJNE    A,#00H,N_HANDU15
        MOV     A,H55
        CJNE    A,#00H,N_HANDU15
        MOV     A,#L55
        CJNE    A,#00H,N_HANDU15
        JMP     BAN15
N_HANDU15: CLR C
        MOV     A,H5
        SUBB    A,H55
        JC      L1_SET25
        MOV     A,L5
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SUBB    A,L55
        JC      L1_SET25
        MOV     A,L5
        CLR     C
        SUBB    A,L55
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        SUBB    A,H55
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        ADD     A,#01H
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        ADDC    A,#00H
        MOV     H5,A
        MOV     5BH,L5
        MOV     5CH,H5
        MOV     5DH,#40H
        MOV     5EH,#01H
        JMP     BAN25
BAN15:  MOV     5BH,#00
        MOV     5CH,#00
        MOV     5DH,#00
        MOV     5EH,#0
        JMP     BAN25
L1_SET25: MOV A,L55
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        MOV     L5,A
        MOV     A,H55
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,H5
        MOV     H5,A
        MOV     A,#0FFH
        CLR     C
        SUBB    A,L5
        ADD     A,#01H
        MOV     L5,A
        MOV     A,H5
        ADDC    A,#00H
        MOV     H5,A
        MOV     5BH,L5
        MOV     5CH,H5
        MOV     5DH,#80H
        MOV     5EH,#02H
BAN25:  MOV     5FH,GRID
        MOV     KEY_2,#01H
        CALL    STATUS
        JMP     START
;**************EDIT POSITION.************************
EDIT_:  CJNE    A,#06H,RUN11    ;*********KEY_F2  ******
        CALL    KEY_OFF
        MOV     7FH,#00H
        MOV     7EH,#01H
        MOV     7DH,#01H
        MOV     A,KEY_1
        CJNE    A,#00H,STEP_
        MOV     A,KEY_2
        CJNE    A,#00H,STEP_
        JMP     START
STEP_:  CALL    READ_KEY
        CJNE    A,#1EH,POS_2    ;.********35H-44H*************
        CALL    KEY_OFF
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,7EH
        CJNE    A,#01,E_EDIT
        DEC     7EH
        INC     7FH
        MOV     7CH,7FH
        MOV     77H,#35H
        MOV     7AH,#01H
        JMP     STEP_
POS_2:  CJNE    A,#25H,EX_T   ;.********* 50H-5FH***************
        CALL    KEY_OFF
        MOV     A,7DH
        CJNE    A,#01,E_EDIT
        DEC     7DH
        INC     7FH
        MOV     7BH,7FH
        MOV     77H,#50H
        MOV     7AH,#01H
        JMP     STEP_
EX_T:   CJNE    A,#5AH,E_EDIT
        CALL    KEY_OFF
        JMP     START
E_EDIT: JMP     STEP_
 RUN11: JMP     RUN1
;.************************RUN.*********************************************
RUN1:   CJNE    A,#29H,HOME_STAY      ;.*********SPAC BAR************
        CALL    KEY_OFF
        MOV     A,7AH
        CJNE    A,#01H,COP
        MOV     79H,#01H
        MOV     78H,7FH
CHK_P:  MOV     A,7CH
        CJNE    A,79H,NEXT_2
        INC     79H
        CALL    HOME
        CALL    GO_RUN
        DJNZ    7FH,CHK_P
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        JMP     EX_RUN
NEXT_2: MOV     A,7BH
        CJNE    A,79H,COP
        INC     79H
        CALL    HOME
        CALL    GO_RUN
        DJNZ    7FH,CHK_P
        JMP     EX_RUN
EX_RUN: MOV     7AH,#01H
        MOV     7FH,78H
COP:    JMP     START
HOME_STAY:    CJNE A,#03H,DEL_PO ;.******F5#  HOME***********
        CALL    KEY_OFF
        CALL    HOME
        CALL    STATUS
        JMP     START
DEL_PO: CJNE    A,#01H,RESET_P  ;**********F9  DELETE  POSI*******
        CALL    KEY_OFF
        CALL    READ_KEY
        CJNE    A,#1EH,POS_22
        CALL    KEY_OFF
DE:     CALL    READ_KEY
        CJNE    A,#01H,CHANG
        CALL    KEY_OFF
        MOV     KEY_1,#00H
        CALL    STATUS
        JMP     START
  CHANG: CJNE A,#0CH,DE      ;********F4  CHANG DELETE********
        CALL    KEY_OFF
        JMP     START
  POS_22: CJNE  A,#25H,CHANG
        CALL    KEY_OFF
        CALL    READ_KEY
        CJNE    A,#01H,CHANG
        CALL    KEY_OFF
        MOV     KEY_2,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CALL    STATUS
        JMP     START
RESET_P: CJNE A,#0AH,ENOU       ;.*******F8 RESET**************
        CALL    KEY_OFF
        CALL    STATUS
        MOV     KEY_1,#00
        MOV     KEY_2,#00
        MOV     7AH,#00
ENOU:   JMP S   TART
STATUS: MOV     H1,#00H
        MOV     L1,#00H
        MOV     H11,#00H
        MOV     L11,#00H
        MOV     H2,#00H
        MOV     L2,#00H
        MOV     H22,#00H
        MOV     L22,#00H
        MOV     H3,#00H
        MOV     L3,#00H
        MOV     H33,#00H
        MOV     L33,#00H
        MOV     H4,#00H
        MOV     L4,#00H
        MOV     H44,#00H
        MOV     L44,#00H
        MOV     H5,#00H
        MOV     L5,#00H
        MOV     H55,#00H
        MOV     L55,#00H
        MOV     GRID,#00H
        RET
GO_RUN: MOV     R0,77H
        MOV     R1,#07
        MOV     TMOD,#05H
        SETB    EA
        SETB    ET0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GO_R:  MOV   A,@R0
       MOV   TL0,A
       INC   R0
       MOV   A,@R0
       MOV   TH0,A
       INC   R0
       DEC   R1
       MOV   A,R1
BASE:  CJNE  A,#06H,SHD
       MOV   A,TH0
       CJNE  A,#00H,B_RUN
       MOV   A,TL0
       CJNE  A,#00H,B_RUN
       JMP   GO_RB
B_RUN: SETB  TR0
       SETB  EA
       CLR   P1.5
       MOV   P2,#00H
       SETB  P1.5
       CLR   P1.6
       MOV   A,@R0
       MOV   P0,A
       SETB  P1.6
       CJNE  A,#00,$
       CLR   TR0
       CLR   EA
       CLR   P1.6
       MOV   P0,#0FFH
       SETB  P1.6
       CALL  DELAY_100MS
GO_RB: INC   R0
       JMP   GO_R
SHD:   CJNE  A,#05H,ELBOW
       MOV   A,TH0
       CJNE  A,#00H,SHD_RUN
       MOV   A,TL0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CJNE    A,#00H,SHD_RUN
        JMP     GO_R
SHD_RUN:SETB TR0
        SETB    EA
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#11H
        SETB    P1.5
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#08H
        SETB    P1.6
        CJNE    A,#00,$
        CLR     TR0
        CLR     P1.6
        CLR     EA
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_100MS
        JMP     GO_R
ELBOW:  CJNE    A,#04,HA_ROT
        MOV     A,TH0
        CJNE    A,#00H,EL_RUN
        MOV     A,TL0
        CJNE    A,#00H,EL_RUN
        JMP     GO_R
EL_RUN: SETB    TR0
        SETB    EA
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#22H
        SETB    P1.5
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#20H
        SETB    P1.6
        CJNE    A,#00,$
        CLR     TR0
        CLR     EA
        CLR     P1.6
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_100MS
        JMP     GO_R
HA_ROT: CJNE    A,#03H,HA_UD
        MOV     A,TH0
        CJNE    A,#00H,HAR_RUN
        MOV     A,TL0
        CJNE    A,#00H,HAR_RUN
        JMP     GO_RHR
HAR_RUN SETB TR0
        SETB    EA
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#34H
        SETB    P1.5
        CLR     P1.6
        MOV     A,@R0
        MOV     P0,A
        INC     R0
        MOV     A,@R0
        MOV     P1,A
        SETB    P1.6
        CJNE    A,#00,$
        CLR     TR0
        CLR     EA
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_100MS
        INC     R0
        JMP     GO_R
GO_RHR: INC     R0
        INC     R0
        JMP     GO_R
HA_UD:  CJNE    A,#02H,GRID_1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     A,TH0
        CJNE    A,#00H,HUD_RUN
        MOV     A,TL0
        CJNE    A,#00H,HUD_RUN
        JMP     GO_RHU
HUD_RUN:SETB TR0
        SETB    EA
        CLR     P1.5
        MOV     P2,#33H
        SETB    P1.5
        CLR     P1.6
        MOV     A,@R0
        MOV     P0,A
        INC     R0
        MOV     A,@R0
        MOV     P1,A
        SETB    P1.6
        CJNE    A,#00,$
        CLR     TR0
        CLR     EA
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        MOV     P1,#0FH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_100MS
        INC     R0
        JMP     GRID_1
GO_RHU: INC     R0
        INC     R0
GRID_1: CLR     P1.5
        MOV     P2,#44H
        SETB    P1.5
        MOV     TH0,#00H
        MOV     TL0,#01H
        MOV     TMOD,#05H
        SETB    TR0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RGGR:  MOV    TH,TH0
       MOV    TL,TL0
       CLR    P1.6
       MOV    A,@R0
       MOV    P1,A
       SETB   P1.6
       CALL   DELAY_10MS
       CALL   DELAY_10MS
       CLR    P1.6
       SETB   P1.2
       SETB   P1.3
       SETB   P1.6
       MOV    A,TL0
       CJNE   A,TL,RGGR
       MOV    A,TH0
       CJNE   A,TH,RGGR
       CLR    TR0
       CALL   DELAY_1S
       RET
HOME:  CLR    P1.5
       MOV    P2,#11H
       SETB   P1.5
       JNB    P3.2,M22
       CLR    P1.6
       MOV    P0,#04H
       SETB   P1.6
       JB     P3.2,$
       CLR    P1.6
       MOV    P0,#0FFH
       SETB   P1.6
       CALL   DELAY_1S
M22:   CLR    P1.5
       MOV    P2,#00H
       SETB   P1.5
       JNB    P3.2,M33
       MOV    TH0,#00H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        MOV     TL0,#01H
        MOV     TMOD,#05H
        SETB    EA
        SETB    EX0
        SETB    TR0
        CLR     IT0
        CLR     IE0
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#01H
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_100MS
R22:    MOV     TH,TH0
        MOV     TL,TL0
        CALL    DELAY_100MS
        CALL    DELAY_100MS
        MOV     A,TL0
        CJNE    A,TL,R22
        MOV     A,TH0
        CJNE    A,TH,R22
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        CLR     EX0
        CLR     EA
        CLR     TR0
        JNB     P3.2,M33
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#02H
        SETB    P1.6
        JB      P3.2,$
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_1S
M33:    CLR     P1.5
        MOV     P2,#22H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

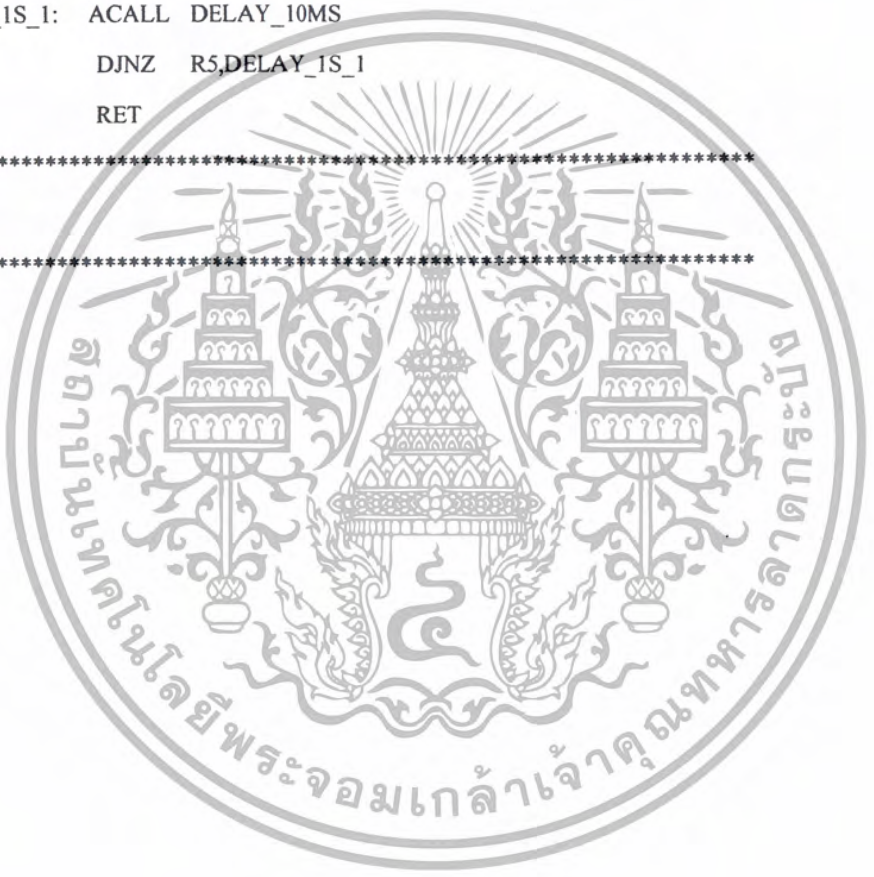
```
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,M44
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#10H
        SETB    P1.6
        JB      P3.2,$
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_1S
M44:    CLR     P1.5
        MOV     P2,#34H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,M55
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#40H
        SETB    P1.1
        CLR     P1.0
        SETB    P1.6
        JB      P3.2,$
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.0
        SETB    P1.1
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_1S
M55:    CLR     P1.5
        MOV     P2,#33H
        SETB    P1.5
        JNB     P3.2,BBBA
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#40H
        SETB    P1.0
        CLR     P1.1
        SETB    P1.6
        JB      P3.2,$
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        CLR     P1.6
        MOV     P0,#0FFH
        SETB    P1.0
        SETB    P1.1
        SETB    P1.6
        CALL    DELAY_1S
BBBA:   RET
STA:    JMP     START
READ_KEY:  PUSH 03H
        JB      CLK,$
        JB      DATAS,STA
        JNB     CLK,$
        MOV     R3,#08H
RD_KE  Y:JB     CLK,$
        MOV     C,DATAS
        RRC     A
        JNB     CLK,$
        DJNZ    R3,RD_KEY
        JB      CLK,$
        MOV     C,DATAS
        JNB     CLK,$
        JB      CLK,$
        MOV     C,DATAS
        JNB     CLK,$
        POP     03H
        RET
KEY_OFF:CALL  READ_KEY
        CJNE    A,#0F0H,KEY_OFF
        CALL    READ_KEY
        RET
;*******************DELAY*************************************************
DELAY_10MS:    MOV     R3,#10
DELAY_10MS_1: MOV     R2,#0E6H
DELAY_10MS_2: NOP
              NOP
              DJNZ    R2,DELAY_10MS_2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DJNZ    R3,DELAY_10MS_1
                RET
DELAY_100MS:    MOV     R3,#100
DELAY_100MS_1:  MOV     R2,#0E6H
DELAY_100MS_2:  NOP/
                NOP
                DJNZ    R2,DELAY_100MS_2
                DJNZ    R3,DELAY_100MS_1
                RET
DELAY_1S:       MOV     R4,#100
DELAY_1S_1:     ACALL   DELAY_10MS
                DJNZ    R5,DELAY_1S_1
                RET
;*****************************************************************
 END
;*****************************************************************
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง SCAN CODE

Key Board	Scancode Press	Scancode Break
~	0E	F0 0E
! 1	16	F0 16
@2	1E	F0 1E
#3	26	F0 26
$4	25	F0 25
%5	2E	F0 2E
^6	36	F0 36
&7	3D	F0 3D
*8	3E	F0 3E
(9	46	F0 46
)0	45	F0 45
_-	4E	F0 4E
+=	55	F0 55
Backspace	66	F0 66
Tab	0D	F0 0D
Q	15	F0 15
W	1D	F0 1D
E	24	F0 24
R	2D	F0 2D
T	2C	F0 2C
Y	35	F0 35
U	3C	F0 3C
I	43	F0 43
O	44	F0 44
P	4D	F0 4D
{[	54	F0 54
}]	5B	F0 5B
|	5D	F0 5D
Caps Lock	58	F0 58
A	1C	F0 1C
S	1B	F0 1B
D	23	F0 23
F	2B	F0 2B
G	34	F0 34
H	33	F0 33
J	3B	F0 3B
K	42	F0 42
L	4B	F0 4B
; :	4C	F0 4C
" '	52	F0 52
Enter	5A	F0 5A

Key Board	Scancode Press	Scancode Break
L Shift	12	F0 12
Z	1A	F0 1A
X	22	F0 22
C	21	F0 21
V	2A	F0 2A
B	32	F0 32
N	31	F0 31
M	3A	F0 3A
<,	41	F0 41
>.	49	F0 49
/?	4A	F0 4A
R Shift	59	F0 59
L Ctrl	14	F0 14
L Alt	11	F0 11
Spacebar	29	F0 29
R Alt	E0 11	E0 F0 11
R Ctrl	E0 14	E0 F0 14
Insert	E0 70	E0 F0 70
Delete	E0 71	E0 F0 71
L Arrow	E0 68	E0 F0 68
Home	E0 6C	E0 F0 6C
End	E0 69	E0 F0 69
Up Arrow	E0 75	E0 F0 75
Down Arrow	E0 72	E0 F0 72
Page Up	E0 7D	E0 F0 7D
Page Down	E0 7A	E0 F0 7A
R Arrow	E0 74	E0 F0 74
Num Lock	77	F0 77
Numeric 7	6C	F0 6C
Numeric 4	6B	F0 6B
Numeric 1	69	F0 69
Numeric /	Note 3	Note 3
Numeric 8	75	F0 75
Numeric 5	73	F0 73
Numeric 2	72	F0 72
Numeric 0	70	F0 70
Numeric *	7C	F0 7C
Numeric 9	7D	F0 7D
Numeric 6	74	F0 74
. Numeric 3	7A	F0 7A
Numeric.	71	F0 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Key Board	Scancode Press	Scancode Break
Numeric -	7B	F0 7B
Numeric +	79	F0 79
Numeric Enter	E0 5A	E0 F0 5A
Esc	76	F0 76
F1	05	F0 05
F2	06	F0 06
F3	04	F0 04
F4	0C	F0 0C
F5	03	F0 03
F6	0B	F0 0B
F7	83	F0 83
F8	0A	F0 0A
F9	01	F0 01
F10	09	F0 09
F11	78	F0 78
F12	07	F0 07
Print Screen	Note 4	Note 4
Scroll Lock	7E	F0 7E
Pause	Note 5	Note 5
Left Win	E0 1F	E0 F01F
Right Win	E0 27	E0 F027
Application	E0 2F	E0 F02F
ACPI Power	E0 37	E0 F037
ACPI Sleep	E0 3F	E0 F03F
ACPI Wake	E0 5E	E0 F05E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

For a complete data sheet, please also download:

- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information
- The IC06 74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Outlines

74HC/HCT573
Octal D-type transparent latch; 3-state

Product specification
File under Integrated Circuits, IC06

December 1990

Philips Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Octal D-type transparent latch; 3-state | 74HC/HCT573

FEATURES

- Inputs and outputs on opposite sides of package allowing easy interface with microprocessors
- Useful as input or output port for microprocessors/microcomputers
- 3-state non-inverting outputs for bus oriented applications
- Common 3-state output enable input
- Functionally identical to the "563" and "373"
- Output capability: bus driver
- I_{CC} category: MSI

GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT573 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT573 are octal D-type transparent latches featuring separate D-type inputs for each latch and 3-state outputs for bus oriented applications.
A latch enable ($\overline{LE}$) input and an output enable ($\overline{OE}$) input are common to all latches.

The "573" consists of eight D-type transparent latches with 3-state true outputs. When LE is HIGH, data at the D_n inputs enter the latches. In this condition the latches are transparent, i.e. a latch output will change state each time its corresponding D-input changes.

When LE is LOW the latches store the information that was present at the D-inputs a set-up time preceding the HIGH-to-LOW transition of LE.
When $\overline{OE}$ is LOW, the contents of the 8 latches are available at the outputs.
When $\overline{OE}$ is HIGH, the outputs go to the high impedance OFF-state.
Operation of the $\overline{OE}$ input does not affect the state of the latches.

The "573" is functionally identical to the "563" and "373", but the "563" has inverted outputs and the "373" has a different pin arrangement.

QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T_{amb} = 25 °C; $t_r = t_f$ = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay	C_L = 15 pF; V_{CC} = 5 V			
	D_n to Q_n		14	17	ns
	LE to Q_n		15	15	ns
C_I	input capacitance		3.5	3.5	pF
C_{PD}	power dissipation capacitance per latch	notes 1 and 2	26	26	pF

Notes

1. C_{PD} is used to determine the dynamic power dissipation (P_D in µW):
   $P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ where:
   f_i = input frequency in MHz; f_o = output frequency in MHz
   $\Sigma (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$ = sum of outputs
   C_L = output load capacitance in pF; V_{CC} = supply voltage in V
2. For HC the condition is V_I = GND to V_{CC}; for HCT the condition is V_I = GND to V_{CC} – 1.5 V

ORDERING INFORMATION

See *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information"*.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	D_0 to D_7	data inputs
11	LE	latch enable input (active HIGH)
1	$\overline{OE}$	3-state output enable input (active LOW)
10	GND	ground (0 V)
19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12	Q_0 to Q_7	3-state latch outputs
20	V_{CC}	positive supply voltage

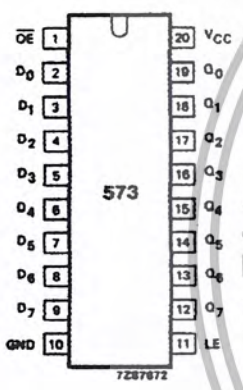


Fig.1 Pin configuration.

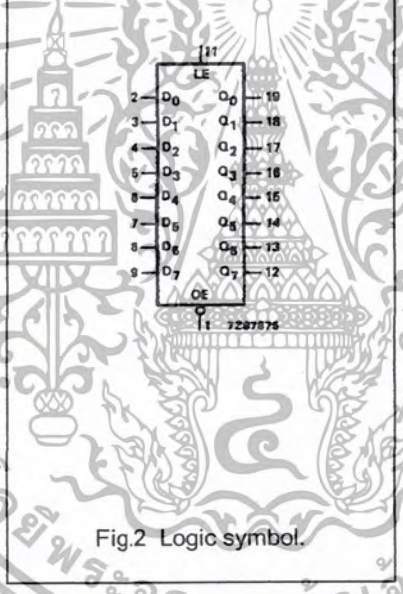


Fig.2 Logic symbol.

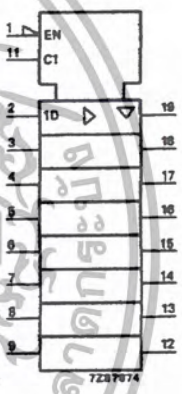


Fig.3 IEC logic symbol.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

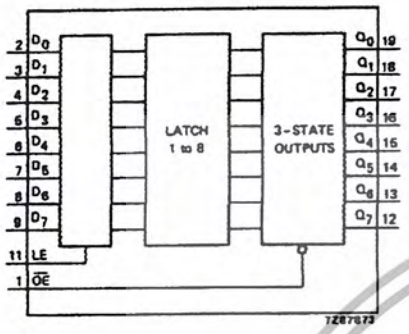


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS
	$\overline{OE}$	LE	D_N		Q_0 to Q_7
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	L	l	L	Z
	H	L	h	H	Z

Notes

1. H = HIGH voltage level
   h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
   L = LOW voltage level
   l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition
   Z = high impedance OFF-state

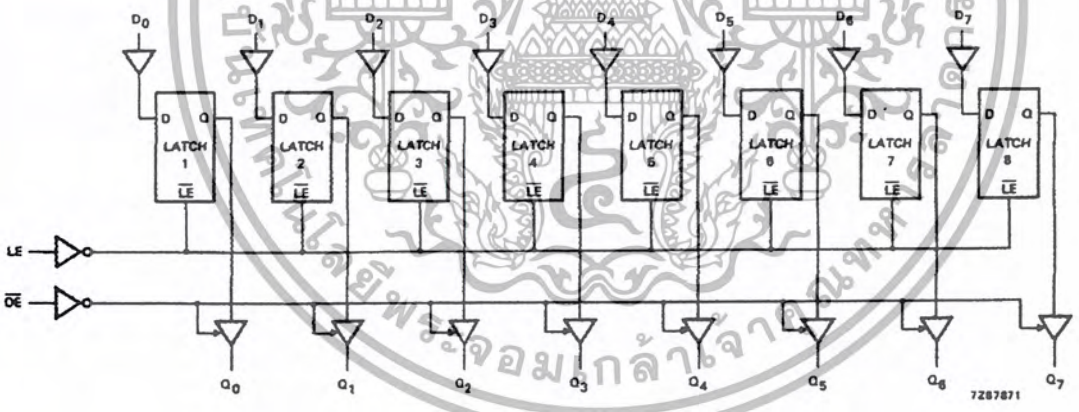


Fig.5 Logic diagram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HC

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

AC CHARACTERISTICS FOR 74HC

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C)							UNIT	TEST CONDITIONS	
		74HC								V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		+25			−40 to +85		−40 to +125				
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay D_n to Q_n		47 17 14	150 30 26		190 38 33		225 45 38	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6
t_{PHL}/ t_{PLH}	propagation delay LE to Q_n		50 18 14	150 30 26		190 38 33		225 45 38	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{PZH}/ t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Q_n		44 16 13	140 28 24		175 35 30		210 42 36	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.8
t_{PHZ}/ t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Q_n		55 20 16	150 30 26		190 38 33		225 45 38	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.8
t_{THL}/ t_{TLH}	output transition time		14 5 4	60 12 10		75 15 13		90 18 15	ns	2.0 4.5 6.0	Fig.6
t_W	enable pulse width HIGH	80 16 14	14 5 4		100 20 17		120 24 20		ns	2.0 4.5 6.0	Fig.7
t_{su}	set-up time D_n to LE	50 10 9	11 4 3		65 13 11		75 15 13		ns	2.0 4.5 6.0	Fig.9
t_h	hold time D_n to LE	5 5 5	3 1 1		5 5 5		5 5 5		ns	2.0 4.5 6.0	Fig.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

For the DC characteristics see *"74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Family Specifications"*.

Output capability: bus driver
I_{CC} category: MSI

Note to HCT types

The value of additional quiescent supply current (ΔI_{CC}) for a unit load of 1 is given in the family specifications. To determine ΔI_{CC} per input, multiply this value by the unit load coefficient shown in the table below.

INPUT	UNIT LOAD COEFFICIENT
D_n	0.35
$\overline{LE}$	0.65
$\overline{OE}$	1.25

AC CHARACTERISTICS FOR 74HCT

GND = 0 V; $t_r = t_f$ = 6 ns; C_L = 50 pF

SYMBOL	PARAMETER	T_{amb} (°C) 74HCT							UNIT	TEST CONDITIONS	
		+25			−40 to +85		−40 to +125			V_{CC} (V)	WAVEFORMS
		min.	typ.	max.	min.	max.	min.	max.			
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay D_n to Q_n		20	35		44		53	ns	4.5	Fig.6
t_{PHL}/t_{PLH}	propagation delay LE to Q_n		18	35		44		53	ns	4.5	Fig.7
t_{PZH}/t_{PZL}	3-state output enable time $\overline{OE}$ to Q_n		17	30		38		45	ns	4.5	Fig.8
t_{PHZ}/t_{PLZ}	3-state output disable time $\overline{OE}$ to Q_n		18	30		38		45	ns	4.5	Fig.8
t_{THL}/t_{TLH}	output transition time		5	12		15		18	ns	4.5	Fig.6
t_W	enable pulse width HIGH	16	5		20		24		ns	4.5	Fig.7
t_{su}	set-up time D_n to LE	13	7		16		20		ns	4.5	Fig.9
t_h	hold time D_n to LE	9	4		11		14		ns	4.5	Fig.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN74LS151

8-Input Multiplexer

The TTL/MSI SN74LS151 is a high speed 8-input Digital Multiplexer. It provides, in one package, the ability to select one bit of data from up to eight sources. The LS151 can be used as a universal function generator to generate any logic function of four variables. Both assertion and negation outputs are provided.

- Schottky Process for High Speed
- Multifunction Capability
- On-Chip Select Logic Decoding
- Fully Buffered Complementary Outputs
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects

ON Semiconductor
Formerly a Division of Motorola
http://onsemi.com

LOW POWER SCHOTTKY

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5.0	5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	0	25	70	°C
I_{OH}	Output Current – High			–0.4	mA
I_{OL}	Output Current – Low			8.0	mA

PLASTIC
N SUFFIX
CASE 648

SOIC
D SUFFIX
CASE 751B

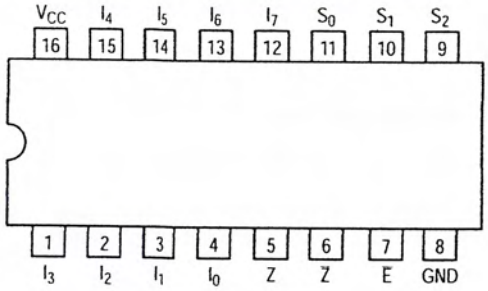
ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
SN74LS151N	16 Pin DIP	2000 Units/Box
SN74LS151D	16 Pin	2500/Tape & Reel

© Semiconductor Components Industries, LLC, 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

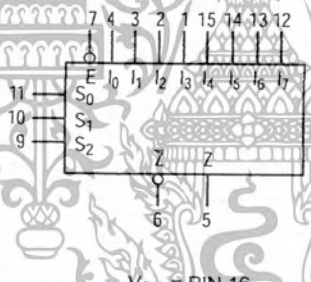
CONNECTION DIAGRAM DIP (TOP VIEW)



PIN NAMES		LOADING (Note a) HIGH	LOW
$S_0 - S_2$	Select Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$\overline{E}$	Enable (Active LOW) Input	0.5 U.L.	0.25 U.L.
$I_0 - I_7$	Multiplexer Inputs	0.5 U.L.	0.25 U.L.
Z	Multiplexer Output	10 U.L.	5 U.L.
$\overline{Z}$	Complementary Multiplexer Output	10 U.L.	5 U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 µA HIGH/1.6 mA LOW.
b) The Output LOW drive factor is 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

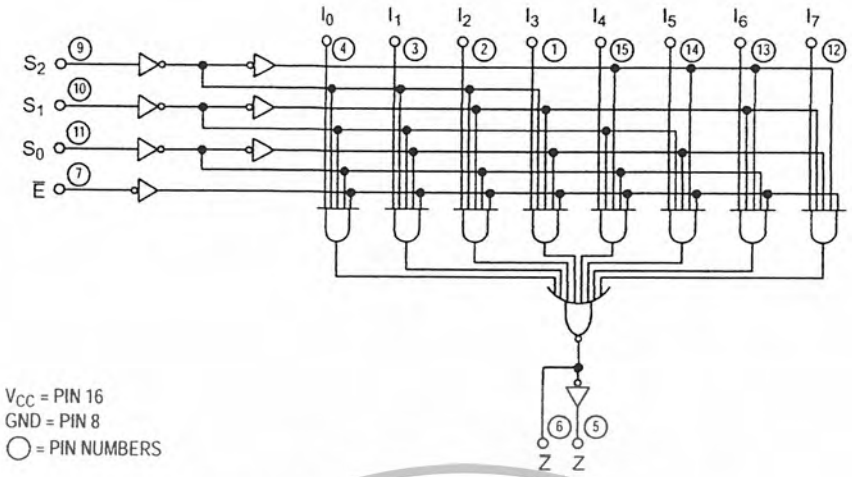
LOGIC SYMBOL



V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8
◯ = PIN NUMBERS

FUNCTIONAL DESCRIPTION

The LS151 is a logical implementation of a single pole, 8-position switch with the switch position controlled by the state of three Select inputs, S_0, S_1, S_2. Both assertion and negation outputs are provided. The Enable input ($\overline{E}$) is active LOW. When it is not activated, the negation output is HIGH and the assertion output is LOW regardless of all other inputs. The logic function provided at the output is:

$$Z = \overline{E} \cdot (I_0 \cdot \overline{S}_0 \cdot \overline{S}_1 \cdot \overline{S}_2 + \cdot I_1 \cdot S_0 \cdot \overline{S}_1 \cdot \overline{S}_2 + I_2 \cdot \overline{S}_0 \cdot S_1 \cdot \overline{S}_2 + I_3 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot \overline{S}_2 + I_4 \cdot \overline{S}_0 \cdot \overline{S}_1 \cdot S_2 + I_5 \cdot S_0 \cdot \overline{S}_1 \cdot S_2 + I_6 \cdot \overline{S}_0 \cdot S_1 \cdot S_2 + I_7 \cdot S_0 \cdot S_1 \cdot S_2).$$

The LS151 provides the ability, in one package, to select from eight sources of data or control information. By proper manipulation of the inputs, the LS151 can provide any logic function of four variables and its negation.

TRUTH TABLE

$\overline{E}$	S_2	S_1	S_0	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7	Z	$\overline{Z}$
H	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	L	X	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	L	H	X	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	L	H	X	L	X	X	X	X	X	X	H	L
L	L	L	H	X	H	X	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	L	X	X	L	X	X	X	X	X	H	L
L	L	H	L	X	X	H	X	X	X	X	X	L	H
L	L	H	H	X	X	X	L	X	X	X	X	H	L
L	L	H	H	X	X	X	H	X	X	X	X	L	H
L	H	L	L	X	X	X	X	L	X	X	X	H	L
L	H	L	L	X	X	X	X	H	X	X	X	L	H
L	H	L	H	X	X	X	X	X	L	X	X	H	L
L	H	L	H	X	X	X	X	X	H	X	X	L	H
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	L	X	H	L
L	H	H	L	X	X	X	X	X	X	H	X	L	H
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	L	H	L
L	H	H	H	X	X	X	X	X	X	X	H	L	H

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level
X = Don't Care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	
		Min	Typ	Max			
V_{IH}	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage		−0.65	−1.5	V	V_{CC} = MIN, I_{IN} = −18 mA	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	2.7	3.5		V	V_{CC} = MIN, I_{OH} = MAX, V_{IN} = V_{IH} or V_{IL} per Truth Table	
V_{OL}	Output LOW Voltage		0.25	0.4	V	I_{OL} = 4.0 mA	V_{CC} = V_{CC} MIN, V_{IN} = V_{IL} or V_{IH} per Truth Table
			0.35	0.5	V	I_{OL} = 8.0 mA	
I_{IH}	Input HIGH Current			20	μA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 2.7 V	
				0.1	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 7.0 V	
I_{IL}	Input LOW Current			−0.4	mA	V_{CC} = MAX, V_{IN} = 0.4 V	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)	−20		−100	mA	V_{CC} = MAX	
I_{CC}	Power Supply Current			10	mA	V_{CC} = MAX	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Select to Output Z		27 18	43 30	ns	V_{CC} = 5.0 V C_L = 15 pF
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Select to Output Z		14 20	23 32	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Enable to Output Z		26 20	42 32	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Enable to Output Z		15 18	24 30	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Data to Output Z		20 16	32 26	ns	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Data to Output Z		13 12	21 20	ns	

AC WAVEFORMS

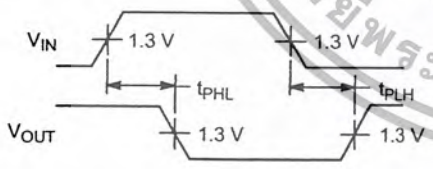


Figure 1.

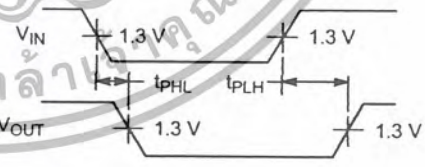


Figure 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

東芝バイポーラ形リニア集積回路　シリコン　モノリシック

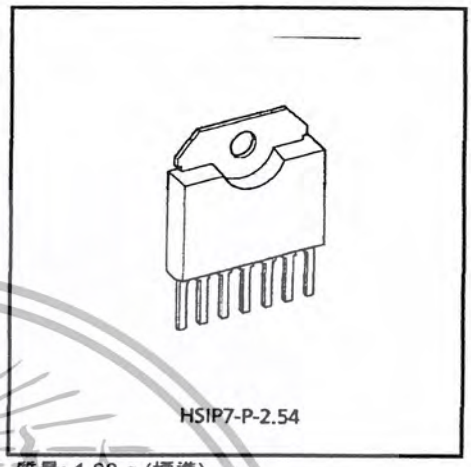
TA7257P

DC モータ用フルブリッジドライバ (H-スイッチ)
(正・逆転切り替えドライバ)

TA7257P はブラシ付きモータの正・逆転切り替え用のフルブリッジドライバで、正転、逆転、ストップ、ブレーキの 4 モードがコントロールできます。

VTR のローディング、リール、シリンダ用、あるいはテープデッキのリールドライバとして最適な IC です。

モータ駆動部とコントロール部はおのおの独立の電源端子を持っているため、サーボをかけることも可能となっています。



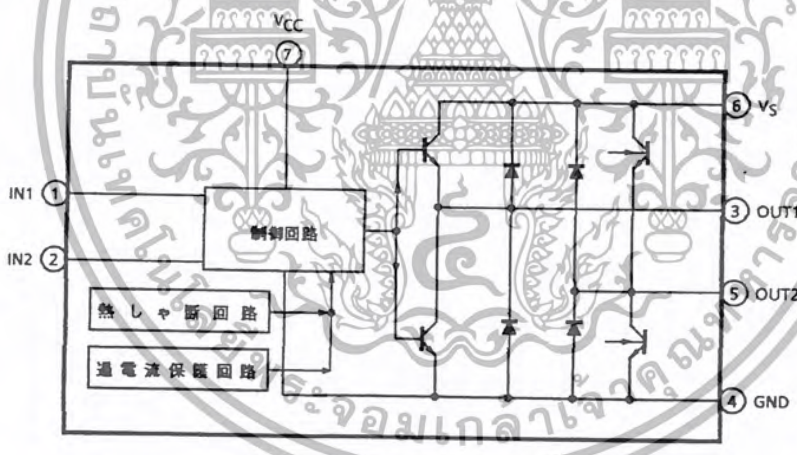
HSIP7-P-2.54

質量: 1.88 g (標準)

特　長

- 出力電流は 1.5A (AVE.)、4.5A (PEAK) と大容量です。
- モードは正転、逆転、ストップ、ブレーキの 4 モードで、逆起電力吸収用ダイオードも内蔵しています。
- 熱しゃ断、過電流保護回路を内蔵しています。
- 動作電源電圧範囲 : V_{CC} (opr.)=6～18V、V_S (opr.)=0～18V
- V_{CC}、V_S はどのような大小条件でも誤動作しません。

ブロック図



980508TBA2

- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、一般に半導体製品は誤作動したり故障することがあります。当社半導体製品をご使用頂く場合は、半導体製品の誤作動や故障により、他人の生命・身体・財産が侵害されることのないように、購入者側の責任において、装置の安全設計を行うことをお願いします。
  なお、設計に際しては、最新の製品仕様をご確認の上、製品保証範囲内でご使用頂くとともに、考慮されるべき注意事項や条件について「東芝半導体製品の取り扱い上のご注意とお願い」、「半導体信頼性ハンドブック」などをご活用ください。
- 本資料に掲載されている製品は、外国為替および外国貿易法により、輸出または海外への提供が規制されているものです。
- 本資料に掲載されている技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社および第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

端子説明

端子番号	端子記号	端子説明
1	IN1	入力端子
2	IN2	入力端子
3	OUT1	出力端子
4	GND	GND
5	OUT2	出力端子
6	V_S	モータ側電源電圧端子
7	V_{CC}	ロジック側電源電圧端子

ファンクション

IN1	IN2	OUT1	OUT2	モード
1	1	L	L	ブレーキ
0	1	L	H	正/逆転
1	0	H	L	逆/正転
0	0	ハイインピーダンス		ストップ

最大定格 (Ta=25°C)

項目		記号	定格	単位
電源電圧	最大	V_{CC} (MAX.)	25	V
	動作	V_{CC} (opr.)	18	
出力電圧	PEAK	I_O (PEAK)	4.5	A
	AVE.	I_O (AVE.)	1.5	
許容損失		P_D (注)	12.5	W
動作温度		T_{opr}	−30～75	°C
保存温度		T_{stg}	−55～150	°C

(注)： Tc=75°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

電気的特性 (Ta=25°C)

項目		記号	測定回路	測定条件	最小	標準	最大	単位
電源電流		I_{CC1}	—	V_{CC}=18V 出力 OFF・ストップモード	—	6.5	13	mA
		I_{CC2}		V_{CC}=18V 出力 OFF・正・逆転モード	—	10	20	
飽和電圧	上	$V_{S1}U$	—	V_{CC}=18V, I_O=0.1A	—	0.7	1.0	V
	下	$V_{S1}L$			—	0.6	0.9	
	上	$V_{S2}U$		V_{CC}=18V, I_O=1.1A	—	1.0	1.4	
	下	$V_{S2}L$			—	0.9	1.3	
出力トランジスタリーク電流	上	$I_L U$	—	V_S=18V	—	—	100	μA
	下	$I_L L$			—	—	100	
入力電圧 1, 2		$V_{IN (H)}$	—	T_j=25°C, ①ピンおよび②ピン	3.0	—	—	V
		$V_{IN (L)}$			—	—	0.8	
ダイオードフォワード電圧		$V_F U$	—	I_F=1.0A	—	2.0	—	V
		$V_F L$			—	1.25	—	
制限電流		I_{SC}	—	—	—	3.5	—	A
入力電流		I_{IN}	—	—	—	1	10	μA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

応用回路

(1) 入力信号の入力方法

TA7257P の 2 つの入力端子 (①ピン、②ピン) は図 1 のように PNP 差動入力のコンパレータの入力に接続されています。コンパレータの他方入力は内部の基準電圧発生回路により作られた温度補償された基準電圧に接続されており、この電位をスレッショルドとして入力の "H" または "L" レベルが決定されます。

なお、"L" レベル時は規定の入力電流 (I_{IN}) が流れ出します。インタフェース設計には注意してください。

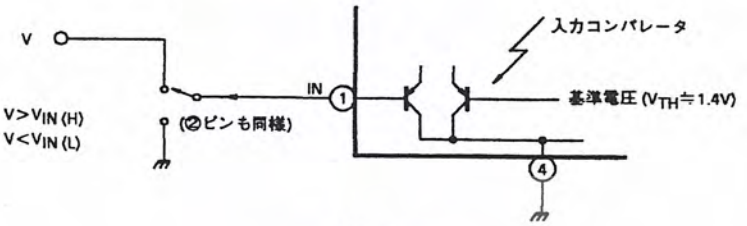


図 1

(2) 基本応用回路

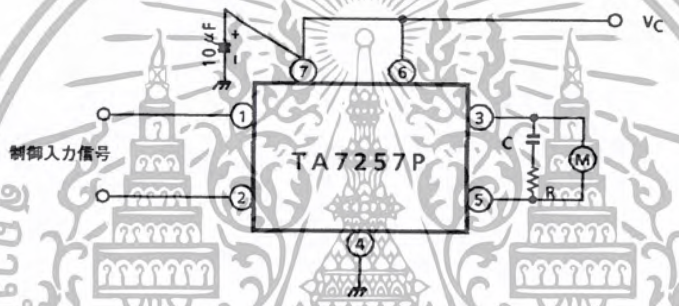


図 2

(注 1) : C、R の最適値はモータによって変わりますので、実験により最適値を選定の上使用してください。

(注 2) : 放熱板を取り付ける場合はシリコンラバーの使用を禁止致します。

(注 3) : 出力間ショート、および出力の天絡、地絡時に IC の破壊の恐れがありますので出力ライン、V_{CC} (V_M、V_S、V_{EE})、GND ラインの設計は十分注意してください。

(注 4) : 入力を切り替えたときに貫通電流が流れることがありますのでご注意ください。切り替え時に STOP モードを入れるか、電流制限抵抗 R を入れることを推奨します。

(注 5) : 電源の投入時や OFF 時には IC のファンクションは保証できません。応用上問題のないことを確認の上ご使用ください。

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) 応用上の注意事項

i) ブレーキが甘い場合は内蔵されている下側のダイオードと並列に適当なダイオードを接続してください。(図 3)

ii) 逆起電力が大きい場合、内部のダイオード (特に上側) を破壊することがあります。その場合は i) と同じく、外付けダイオードを上側に接続してください。 (図 4)

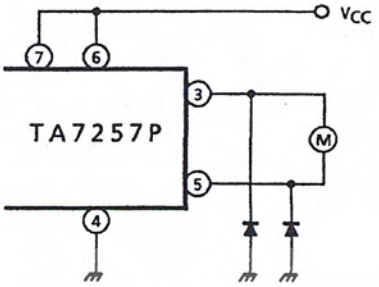


図 3

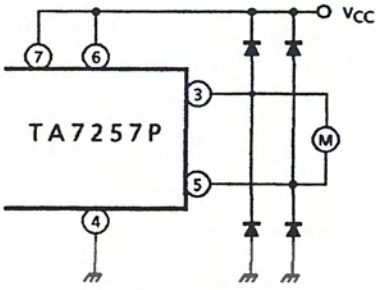


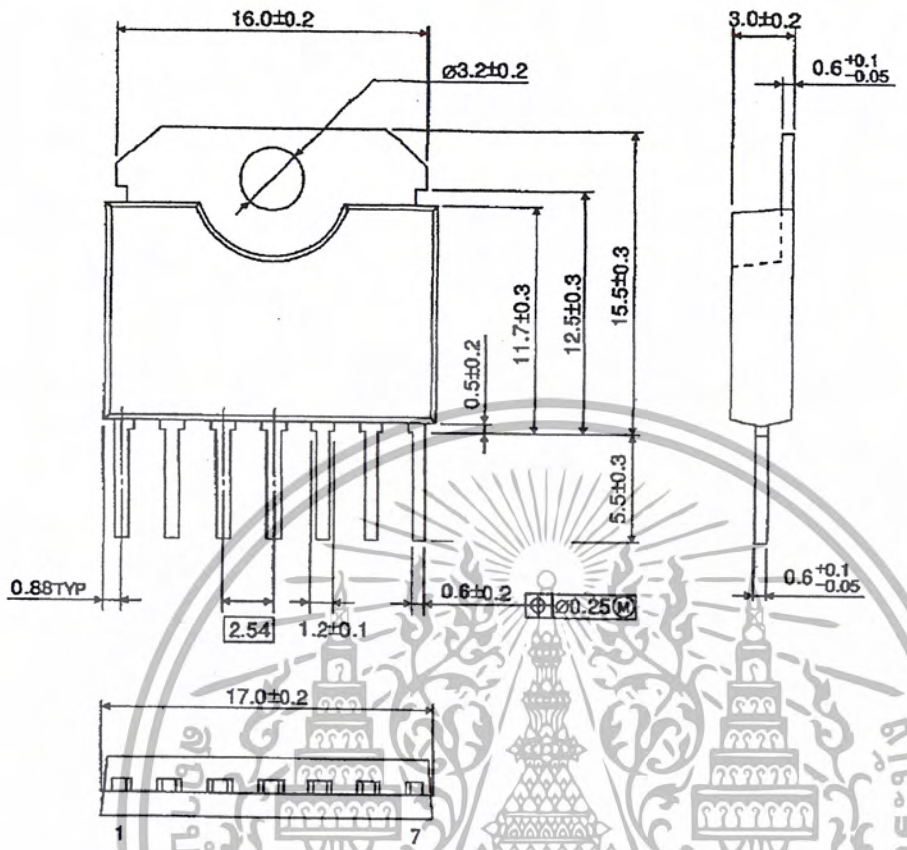
図 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

外形図

HSIP7-P-2.54

単位 : mm



質量 : 1.88g (標準)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. Eshed Robotic (1982) Ltd.,"SCORBOT – 5 PLUS User's manual" Eshed Robotic (1982)
2. วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล.**เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์**.กรุงเทพ :อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์.
3. กฤษดา ใจเย็น. **เรียนรู้และปฏิบัติการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตอนุกรม.** กรุงเทพ :อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนท์.
4. ราบินเดอร์ ศรีกิจจาภรณ์ . **คู่มือการใช้งานVisual Basic.** กรุงเทพ:เม็ดทรายพริ้นติ้ง,2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ บิดา –มารดา ผู้ซึ่งให้การช่วยเหลือเกื้อกูลในทุกสิ่งทุกอย่าง

ขอขอบพระคุณ อ.เทพจิตร์ เชยโภคา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการทำงานต่างๆมาโดยตลอด

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่าน ที่ถ่ายทอดความรู้ และสั่งสอนจนมาถึงทุกวันนี้

ขอขอบคุณ รุ่นพี่และเพื่อนที่คอยช่วยเหลือ สนับสนุนและให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน

ส่วนดีของปริญญานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่

ผู้มีพระคุณ มีคุณธรรม

ผู้กระทำเพื่อก่อประโยชน์แก่ส่วนรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้