

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบและการวางแผนการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์

DESIGNING AND PRODUCTION PLANING BY COMPUTER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2550

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบและควบคุมการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์

DESIGNING AND PRODUCTION PLANING BY COMPUTER

ผู้จัดทำ

นายชัชวาลย์	ศิริวัน	47010163
นายชานนทร์	เล็กธำรง	47010182
นายนวราช	ชินนันท	47010373
นายนิติ	สิงห์พันธ์	47010382
นายกฤษ	กุลานพวงศ์	47012244
นายชิตพล	คุ้มแก้ว	47012246
นายณัฐพล	พุทธาวงศ์	47012247
นายณัฐพล	มารุ่งเรือง	47012248
นายธานินทร์	พงศ์พิศาล	47012252
นายอนุวัชร	วงศ์เลิศบริรักษ์	47012274



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์เทพจิตร์ เชยโกคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบและการวางแผนการผลิตด้วยคอมพิวเตอร์

โดย

นาย ชัชวาลย์	ศิริวัน	47010163
นาย ชานนทร์	เล็กธำรง	47010182
นาย นวราช	ชินนันท	47010373
นาย นิติ	สิงห์พันธ์	47010382
นาย กฤษ	กุลาอนุพงศ์	47012244
นาย ชิตพล	คุ้มแก้ว	47012246
นาย ณัฐพล	พุทธราวงศ์	47012247
นาย ณัฐพล	มารุ่งเรือง	47012248
นาย ธานินทร์	พงศ์พิศาล	47012252
นาย อนุวัชร	วงศ์เลิศบริรักษ์	47012274

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เทพจิตร เขย โภคา

ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

ปัจจุบันมีการนำเอาเครื่องจักร CNC เข้ามาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางเนื่องจากสามารถทำงานได้มาตรฐาน รวดเร็ว และไม่จำเป็นต้องใช้ช่างที่มีฝีมือมากนัก และเนื่องจากเครื่องจักรประเภท CNC มีราคาสูงมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตโครงการนี้จึงนำเสนอการปรับปรุงเครื่องจักรในระบบให้แรงงานคนควบคุมมาเป็นเครื่องจักรที่สามารถทำงานเทียบเท่ากับเครื่องจักรชนิด CNC โดยการสร้างโปรแกรมสำหรับเครื่อง Milling และทำการปรับปรุงเครื่องจักรเก่าให้สามารถทำงานในระบบ CNC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGNING AND PRODUCTION PLANING BY COMPUTER

By

Chatchawan Kiriwan

Chanon Lekthamrong

Navarach Chinnan

Niti Singhapan

Krit Gularnupong

Chitpon Koomgaew

Nuttapol Phutthawong

Nattaphon Marungreang

Tanin Pongpisal

Anuwat Wongloetborirak

Advisor

Asst. Prof. Thepajit Cheypoca

Academic Year 2007

ABSTRACT

Nowadays CNC machine has been widely used throughout industrial business due to its ability to make a standard production with speedily and needs no craftsman but a few technicians. However, a price of the CNC machine is quiet high. Thus in order to decrease a production cost, this project has proposed to improve an old-manual machine for the likewise CNC machine; by doing that, the machine structure has been adjusted and an application software has been developed to automate the machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก อาจารย์เทพจิตร เขยโกคา ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำที่ดีมากโดยตลอดตั้งแต่ต้น รวมทั้งเอื้อเฟื้ออุปการะที่จำเป็น และความช่วยเหลืออื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ สนับสนุนอุปการะที่ขาดเหลือ กระตุ้นเตือน รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงการอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้

ผู้จัดทำ

นาย ชัชวาลย์

ศิริวัน

นาย ชานนทร์

เล็กธำรง

นาย นวราช

ชินนันท

นาย นิติ

สิงห์พันธ์

นาย กฤษ

กุลานพวงศ์

นาย ชิตพล

คุ้มแก้ว

นาย ธีรพล

พุททาวงศ์

นาย ธีรพล

มารุ่งเรือง

นาย ธานินทร์

พงศ์พิศาล

นาย อนุวัชร

วงศ์เลิศบริรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VII
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญาานิพนธ์	2
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงการ	2
1.4 รายละเอียดของปริญญาานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ G-CODE	5
2.2 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วย Visual Basic 6	6
2.2.1 การติดตั้งไฟล์ inpout32.dll	6
2.2.2 การประกาศฟังก์ชันเพื่อเรียกใช้ไฟล์ inpout32.dll ใน visual basic6	7
2.2.3 การเขียนคำสั่งเพื่อรับ-ส่งข้อมูลใน Visual Basic 6	7
2.3 พอร์ตขนาน (PARALLEL PORT)	7
2.3.1 DATA PORT	7
2.3.2 STATUS PORT	8
2.3.3 CONTROL PORT	9
2.4 ความรู้เบื้องต้นสำหรับการพัฒนาเครื่องจักร	12
2.4.1 มอเตอร์แบบกระตุ้นแยกอิสระ (Separately excited)	12
2.4.1.1 การปรับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	19
3.1 ส่วนโปรแกรม	
3.1.1 โปรแกรมส่วนการออกแบบชิ้นงาน (Program for Design)	19
3.1.1.1 โปรแกรมส่วนการออกแบบชิ้นงาน ชนิด AUTOMATIC	19
3.1.1.2 Tools Bar	20
3.1.1.3 Work Space	20
3.2 โปรแกรมส่วนการควบคุมเครื่องจักร	22
3.2.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร แบบ AUTOMATIC FORM	22
3.2.1.1 ส่วนของการแสดงผล	22
3.2.1.2 ส่วนของการประมวลผล	24
3.2.2 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักรแบบ MANUAL FORM	25
3.2.2.1 DISTANCE CONTROL BY AND MANUAL BY MOUSEDOWN	25
3.2.2.2 MANUAL DATA INPUT AND SHOW POSITION	27
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 การทดลองสั่งการเครื่องจักร โดยตรงผ่านหน้าต่าง MANUAL FORM	30
4.2 การทดลองสั่งการทำงานของเครื่องผ่าน โปรแกรมแบบ Automatic ในการกักรูปสี่เหลี่ยม	32
4.3 การทดลองสั่งการทำงานของเครื่องผ่าน โปรแกรมแบบ Automatic ในการกักรูปวงกลม	33
บทที่ 5 บทวิจารณ์และบทสรุป	35
5.1 สรุปผลการทดลอง	35
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง	35
5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงงานนี้	35
5.4 แนวทางในการพัฒนา	35
ภาคผนวก ก โปรแกรม MANUAL FORM	37
ภาคผนวก ข โปรแกรม DXF to G-Code Converter	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ค รูปการออกแบบเครื่องกัศ	87
ภาคผนวก ง เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	93
ง.1 เอกสารคู่มือการใช้งาน ULN2001A-ULN2002A	94
ง.2 เอกสารคู่มือการใช้งาน LM124	102
เอกสารอ้างอิง	122



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดง Project Flow	3
2.1 การใช้งานขาพอร์ตต่างๆ	10
2.2 แสดงการบังคับแต่ละแกน	11
2.3 แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์แบบกระตุ้นอิสระ(Separately excited)	12
2.4 แสดงกราฟลักษณะสมบัติภายนอก(External Characteristics)	13
2.5 แสดงการทำงานของมอเตอร์แบบกระตุ้นอิสระในสภาวะอยู่ตัวใดๆ	13
2.6 แสดงโครงสร้าง DC Motor	14
2.7 D.C. Motor Circuit	16
2.8 แผนภาพเปลือกของ armature – controlled motor	17
2.9 แผนภาพเปลือก ของ Field – controlled motor	18
3.1 แสดงส่วนโปรแกรมการออกแบบชิ้นงาน	19
3.2 Tools Bar	20
3.3 หน้า Work space	20
3.4 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร แบบ AUTOMATIC FORM	22
3.5 Task Manager	22
3.6 Simulation	23
3.7 แสดงหน้าต่าง โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร	25
3.8 ส่วนของ Distance Control And Manual By Mouse Down	26
3.9 แสดง ตำแหน่งเมื่อกด lock_key	26
3.10 เมื่อทำการเลือก Distane Control By One Click	27
3.11 แสดงMANUAL DATA INPUT AND SHOW POSITION	27
3.12 แสดงการทำงานของ limit swich และ ทำ set position ให้เป็นศูนย์	28
3.13 แสดงการทำงานของ Start , Stop and END PROGRAM	29
3.14 การกำหนดระยะทดเฟืองตามแกน ต่าง ๆ แล้ว ความเร็วในส่วนของ Jogging และ Traveling	29
4.1 แสดงหน้าต่าง MANUAL FORM ที่ใช้สั่งการเครื่องกัด โดยตรง	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 แสดงตำแหน่งของเครื่องกัดที่จุด X10 Y10	31
4.3 แสดงรูปสี่เหลี่ยมที่ออกแบบโปรแกรม VML	32
4.4 แสดงหน้าต่าง task manager ที่ ใช้สั่งการกัดรูปสี่เหลี่ยม	32
4.5 แสดงรูปวงกลมที่ออกแบบโปรแกรม VML	33
4.6 แสดงหน้าต่าง task manager ที่ ใช้สั่งการกัดรูปวงกลม	33
4.7 แสดงรูปวงกลมบนวัสดุที่ได้จากการทำงานของ Milling Machine	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบ G-CODE ตามแบบของ Fanuc	5
2.2 แสดงรายละเอียดของ DATA PORT	8
2.3 แสดงรายละเอียดของ STATUS PORT	8
2.4 แสดงรายละเอียดของ CONTROL PORT	9
2.5 สรุปการนำแต่ละพินของพอร์ตขนานมาประยุกต์ใช้กับโปรเจกต์	11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

เนื่องด้วยในส่วนของภาคอุตสาหกรรมจำนวนมากมีความต้องการที่จะปรับปรุงระบบการผลิตให้ดีขึ้น ทั้งด้านคุณภาพ และ ปริมาณของชิ้นงาน ซึ่งแต่เดิมกระบวนการการผลิตจะใช้เครื่องจักรที่มีความจำเป็นต้องใช้ช่างฝีมือในการทำงาน ทำให้ความสามารถในการสร้างชิ้นงานขึ้นกับปัจจัยหลายๆอย่าง และ ปัจจัยที่สำคัญก็คือฝีมือของช่างแต่ละคนไม่เท่ากัน ทำให้ความสามารถในด้านการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเหมือนกันในปริมาณมากๆมีประสิทธิผลลดลง เป็นสาเหตุให้คุณภาพมาตรฐานของการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดนั้นๆมีค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น จึงมีการสร้างเครื่องจักรที่สามารถใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการทำงาน เรียกว่าเครื่องจักรซีเอ็นซี (Computer Numerical Control; CNC) โดยการทำงานนั้นสามารถกำหนดโปรแกรมให้เครื่องจักรผลิตชิ้นงานที่ต้องการเป็นจำนวนมากๆได้ และได้คุณภาพของงานตามที่ต้องการทุกชิ้น และยังสามารถเปลี่ยนรูปแบบของชิ้นงานได้โดยง่าย เพียงแค่อาศัยการเปลี่ยนโปรแกรมการสั่งงานเท่านั้น ทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยช่างฝีมือที่ชำนาญการมากนักในการทำงาน เพียงแต่ต้องการช่างที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักรให้ได้เท่านั้น ทำให้การทำงานนั้นง่ายขึ้น แต่เนื่องจากเครื่องจักรซีเอ็นซีนั้น เป็นเครื่องจักรที่ราคาสูงมาก ดังนั้น ในภาคอุตสาหกรรมขนาดเล็ก จึงไม่สามารถนำเครื่องจักรซีเอ็นซีมาใช้งานได้ เพราะจะเป็นการเพิ่มต้นทุนให้สูงเกินไป จะทำให้ไม่คุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากในอุตสาหกรรมหลาย ๆ รูปแบบนั้นก็ยังมีเครื่องจักรเดิมไว้ใช้งานอยู่แล้ว จะพบว่าถ้าเราปรับปรุงเครื่องจักรเก่าที่ยังสามารถใช้งานได้ มาติดตั้งส่วนของระบบควบคุม ที่สามารถควบคุมได้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ จะทำให้เครื่องจักรตัวนั้นสามารถทำงานได้ในลักษณะเทียบเท่ากับเครื่องซีเอ็นซีที่มีราคาแพงได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการออกแบบสร้าง Milling Machine (เครื่องกัด) และสร้างโปรแกรมออกแบบพร้อมทั้งสามารถแปลงชุดคำสั่ง G-CODE ให้อยู่ในรูปแบบของชุดคำสั่งแบบพิกัด X-Y-Z ที่สามารถนำไปใช้ได้กับเครื่อง Milling Machine ที่สร้างขึ้นซึ่งเป็น EMC (Enhance Machine Control) ชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถใช้เป็นต้นแบบในการปรับปรุงเครื่องจักรเก่าที่ใช้งานได้ให้ทำงานในลักษณะเทียบเท่ากับเครื่องซีเอ็นซีที่มีราคาแพงได้

EMC (Enhance Machine Control) เป็นโปรแกรมที่สร้างมาโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อที่จะควบคุมเครื่อง CNC โดยเฉพาะ มีข้อดีคือ สามารถปรับใช้ได้กับเครื่องสมัยใหม่ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายทางด้านโปรแกรมในราคาที่สูง สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการและยังสามารถปรับปรุงตัวโปรแกรมได้ง่ายต่อการใช้งานในอนาคต

ในปัจจุบัน Software ที่ควบคุม CNC เป็น Software ที่มีราคาแพง และบางตัวต้องใช้งานกับเครื่องจักรที่ออกแบบมาโดยเฉพาะเท่านั้น หรือถ้าหากเป็น Software ที่ทำงานได้กับเครื่องจักรแบบต่างๆ ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังคงต้อง RUN Program ในระบบปฏิบัติการ Linux เท่านั้น เช่น Linux EMC CNC ซึ่งปัจจุบัน User ที่ใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows นั้นเป็นที่นิยมมากกว่า ดังนั้น Application จำพวก Program cad-cam , AutoCAD , Solid Work หรือ Program cad-cam อื่นๆ นั้นก็จะถูกใช้งานบนระบบปฏิบัติการ Windows มากกว่า ซึ่งการที่จะถ่ายโอนงานจากระบบปฏิบัติการหนึ่งไปอีกระบบหนึ่งนั้นเป็นการยุ่งยาก เราจึงทำการออกแบบ EMC ขึ้นมาเพื่อใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

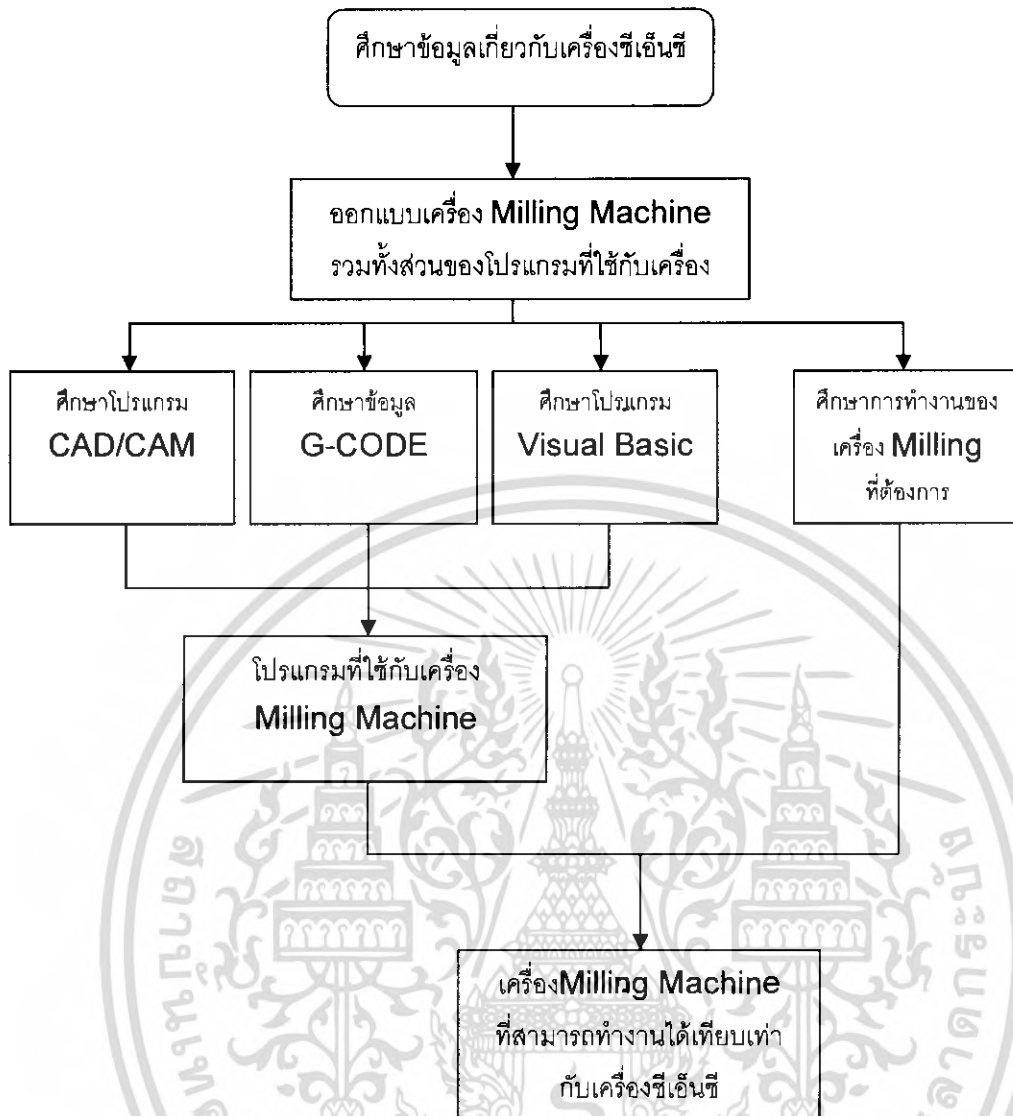
1. ศึกษาวิธีการสร้างและควบคุมเครื่องกัดเพื่อใช้สำหรับงานกัด 2 มิติ
2. ศึกษาขั้นตอนและสร้าง โปรแกรมควบคุมเครื่องกัดทั้งส่วนการควบคุมโดยตรงโดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก 6 (Visual Basic 6) และการควบคุมแบบอัตโนมัติ โดยใช้โปรแกรมวิชวลเบสิก 2005 คอทเน็ต (Visual Basic 2005 .net)
3. เพื่อให้เครื่อง Milling Machine สามารถรับคำสั่งในการกัดชิ้นงาน จากเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อม ๆ กันที่หลาย ๆ เครื่อง โดยผ่านระบบ Internet และสามารถจัดเรียงลำดับขั้นตอนก่อนหลังได้
4. สามารถวิเคราะห์ปรับปรุงตัวเครื่องจักรและ โปรแกรมเบื้องต้นได้

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงการงาน

ขั้นตอนที่หนึ่งจะต้องเริ่มต้นทำการศึกษาการทำงานของเครื่อง Milling Machine และ ศึกษาขอบเขตและความต้องการที่จะนำเอาเครื่อง Milling Machine ไปใช้งาน เพื่อกำหนดขอบเขตของโปรแกรมที่จะสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องกัด วิธีการพัฒนาเครื่องกัดจากเครื่องจักรเดิม รวมไปถึงการศึกษาวิธีการสร้างโปรแกรมที่ใช้สำหรับการสร้าง โปรแกรมควบคุมเครื่องกัด

ขั้นตอนที่สองทำการสร้างโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร โดยทำการทดลองส่งข้อมูลผ่าน Port printer ไปยังตู้ควบคุมเครื่องจักร และทำการตรวจสอบเครื่องจักรว่าสามารถทำงานได้ตามต้องการหรือไม่ และตรวจสอบความถูกต้อง ทั้งการแปลงไฟล์ และการประมวลไฟล์ G-CODE ไปเป็นสัญญาณควบคุมเครื่องกัด และทำการปรับปรุงเครื่องกัดในส่วนต่างๆ ไปพร้อมๆกัน

ขั้นตอนที่สามทดลองและตรวจสอบความถูกต้องของการสร้างโปรแกรม การทำงานของเครื่องกัดว่าทำงานได้ถูกต้องตามต้องการ และทำงานภายในระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง



รูปที่ 1.1 แสดง Project Flow

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 รายละเอียดของปฏิญานិพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงวัตถุประสงค์ หลักการ ขั้นตอนการศึกษา และการจัดทำโครงการ พร้อมทั้งรายละเอียดของปฏิญานิพนธ์ในแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการสร้างโปรแกรม แปลงไฟล์ DXF เป็น G-CODE หลักการสร้างและออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรโดยตรง และหลักการปรับปรุงเครื่องกัด

บทที่ 3 หลักการสร้างและออกแบบโปรแกรมแปลงไฟล์ DXF เป็น G-CODE หลักการสร้างและออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรโดยตรง และหลักการปรับปรุงเครื่องกัด

บทที่ 4 การทดลอง เป็นส่วนการทดลองใช้งานโปรแกรมที่สร้างขึ้นกับเครื่องกัดที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นมา

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป จะสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโครงการนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบและสร้างเครื่องกัดแต่ละเครื่องนั้น จำเป็นต้องทำศึกษาองค์ประกอบต่างๆที่จำเป็นต่อการสร้างทั้งส่วนของโปรแกรมและการออกแบบที่สนใจให้เข้าใจเสียก่อน ดังนั้น ในบทนี้จะศึกษาและอธิบายถึงองค์ประกอบต่างๆ ที่จะนำไปใช้งานจริงในการสร้างเครื่องกัด

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ G-CODE

G-CODE เป็นชื่อสำหรับเรียกภาษาของ โปรแกรมที่ใช้ติดต่อกับเครื่องจักร NC และ CNC ต่างๆ ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย EIA ในยุค 1960 และได้รับการปรับปรุงแก้ไขในปี 1980 ที่รู้จักกันในชื่อ RS274D เนื่องจากการพัฒนาของ G-CODE ถูกปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงบางส่วนเพื่อใช้งานที่เหมาะสมกับเครื่องจักรแต่ละประเภท ดังนั้น จึงอาจจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในรายละเอียด ขึ้นอยู่กับเครื่องจักรที่ใช้ แต่ส่วนใหญ่จะรักษามาตรฐานเดียวกันไว้โดยในเริ่มแรกได้ใช้มาตรฐานตามแบบของ Fanuc ตัวอย่าง เช่น G-code จะเริ่มต้นด้วยอักษร G และจะบอกเครื่องจักรว่าให้ทำการอย่างไร ตัวอย่างเช่น ให้เครื่องจักรเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว ให้เครื่องจักรทำการปรับอัตราการเคลื่อนที่ ให้เครื่องจักรทำการจัดระยะ offset ซึ่งสามารถดูจากตารางที่ ได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปแบบ G-CODE ตามแบบของ Fanuc

Common Fanuc G-Code	
G00	Fast position
G01	Linear interpolation
G02	CW circular interpolation
G03	CCW circular interpolation
G10/G11	Data writing/Data write cancel
G17	X-Y plane section
G18	X-Z plane section
G19	Y-Z plane section
G31	Skip function (used for probes and tool length measurement systems)
G33	Constant pitch threading

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

G40	Tool radius compensation off
G41	Tool radius compensation left
G42	Tool radius compensation right
G90	Absolute programming
G91	Incremental programming
G94/G95	Inch per minute/Inch per revolution feed
G96/G97	Constant cutting speed (Constant surface speed)/Constant rotation speed (constant RPM)

นอกจาก G-CODE ตามมาตรฐานของ Fanuc แล้วยังมีการใช้มาตรฐานของ BCL แต่ไม่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายเท่ากับมาตรฐานของ Fanuc

G-CODE ยังสามารถเขียนเพิ่มขึ้นเองจากผู้ใช้งานโดยการกำหนดค่าต่างๆที่ต้องการในรูปแบบตัวอักษร G และตามด้วยค่านั้นๆ เท่าที่ต้องการ แต่ข้อมูลที่รับจะมีความเที่ยงตรงน้อยกว่าการใช้โปรแกรมแปลงมาจากโปรแกรมออกแบบ เช่น AutoCad เป็นต้น ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ เรียกว่าโปรแกรม post-processors ตัวอย่างเช่น Alphacam, Artcam, Edgecam, KCam, Plasma cam เป็นต้น ซึ่งส่วนมากจะถูกใช้กับเครื่องจักรเฉพาะรุ่นไป ซึ่งโปรแกรม post-processors เหล่านี้ยังสามารถกำหนดค่าที่ต้องการใช้งานหรือต้องการเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะงานที่แตกต่างกันอีกด้วยซึ่งโดยทั่วไปแล้ว G-CODE มักถูกแปลงมาจากระบบ CAD ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการออกแบบอย่างแพร่หลาย

2.2 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับพอร์ตขนานด้วย Visual Basic 6

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านพอร์ตขนานนั้น Visual Basic 6 ไม่มีฟังก์ชันสำหรับติดต่อกับพอร์ตขนานโดยตรง แต่สามารถเขียนโปรแกรมให้ติดต่อกับพอร์ตได้โดยใช้ฟังก์ชันที่สำเร็จรูปของ API (application programming interface) โดยสามารถติดต่ออ่านข้อมูล และส่งข้อมูลไปยังพอร์ตที่ต้องการได้

2.2.1 การติดตั้งไฟล์ inpout32.dll

สำหรับการติดตั้งไฟล์ inpout32.dll นั้นให้ผู้ใช้ copy ไฟล์ inpout32.dll ลงในโฟลเดอร์system ของระบบ windows ซึ่ง windows 95 , 98 ให้ลงไว้ที่โฟลเดอร์ C:\windows\system และ windows Me, 2000 ,XP ให้ลงไว้ที่โฟลเดอร์ C:\windows\system32 หรือ C:\winnt\system32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การประกาศฟังก์ชันเพื่อเรียกใช้ไฟล์ inpout32.dll ใน visual basic6

การเรียกใช้งานไฟล์ inpout32.dll จำเป็นต้องประกาศฟังก์ชันที่หน้าต่างของ code window เสียก่อน ดังนี้

การประกาศฟังก์ชันเพื่อเรียกใช้งานไฟล์ inpout32.dll สำหรับการรับข้อมูล

```
Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer)
As Integer
```

การประกาศฟังก์ชันเพื่อเรียกใช้งานไฟล์ inpout32.dll สำหรับการส่งข้อมูล

```
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer,
ByVal Value As Integer)
```

2.2.3 การเขียนคำสั่งเพื่อรับ-ส่งข้อมูลใน Visual Basic 6

คำสั่งที่ใช้ในการรับข้อมูลมานั้นเราจะใช้คำสั่ง

Inp (พอร์ตแอดเดรส)

ย่อมาจาก Input from a Port เป็นคำสั่งที่ใช้รับข้อมูลเข้ามาจากพอร์ตที่กำหนดส่วนคำสั่งที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกจากพอร์ตนั้นเราจะใช้คำสั่ง

Out พอร์ตแอดเดรส, ข้อมูลที่จะส่ง

เป็นการส่งข้อมูลซึ่งต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 โดยส่งออกทางพอร์ตแอดเดรสที่กำหนด

2.3 พอร์ตขนาน (PARALLEL PORT)

พอร์ตขนานสามารถจ่ายข้อมูลสัญญาณเป็นสี่เหลี่ยมหรือ TTL โดยที่สัญญาณลอจิก "1" จะเท่ากับ 5 โวลต์ และลอจิก "0" จะเท่ากับ 0 โวลต์ แบ่งการทำงานหลักเป็น 3 ส่วน คือ

2.3.1 DATA PORT

DATA PORTจะมีอยู่ 8 ขาหรือ 8 pin (ตั้งแต่ขาที่ 2 - 9) บางครั้งมักจะถูกเรียกว่า DATA REGISTER ซึ่ง Register ตัวนี้จะส่งค่าได้อย่างเดียวไม่สามารถรับค่าได้

ตารางที่ 2.2 แสดงรายละเอียดของ DATA PORT

Name	Read/write	Bit No.	Signal Name
Data port	Write	bit7	Data7(pin9)
Data port	Write	bit6	Data6(pin8)
Data port	Write	bit5	Data5(pin7)
Data port	Write	bit4	Data4(pin6)
Data port	Write	bit3	Data3(pin5)
Data port	Write	bit2	Data2(pin4)
Data port	Write	bit1	Data1(pin3)
Data port	Write	bit0	Data0(pin2)

2.3.2 STATUS PORT

Status Port เป็นพอร์ตที่อ่านข้อมูลอย่างเดียวไม่สามารถเขียนข้อมูลลงไปได้ พอร์ตนี้จะมีสัญญาณเข้าอยู่ 5 สัญญาณ และสัญญาณ IRQ กับสัญญาณสงวนไว้อีก 2 บิต โดยสัญญาณ Busy จะ Active Low

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของ STATUS PORT

Name	Read/write	Bit No.	Signal Name
Data port	Read	bit7	Busy
Data port	Read	bit6	nAck
Data port	Read	bit5	PaperEnd
Data port	Read	bit4	Select
Data port	Read	bit3	nError
Data port	Read	bit2	IRQ(not)
Data port	Read	bit1	Reserved
Data port	Read	bit0	Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับลักษณะการทำงานของแต่ละบิตใน Status Port

- Bit 7 Busy เมื่อ Active หมายถึง พริ้นเตอร์จะไม่รับข้อมูล
- Bit 6 nAck เมื่อ Active หมายถึง พริ้นเตอร์พร้อมที่จะทำงาน (Active Low)
- Bit 5 PaperEnd เมื่อ Active หมายถึง พริ้นเตอร์ไม่มีกระดาษ
- Bit 4 Select เมื่อ Active หมายถึง เลือกพริ้นเตอร์
- Bit 3 nError เมื่อ Active หมายถึง พริ้นเตอร์เกิดข้อผิดพลาด (Active Low)
- Bit 2, Bit 1, Bit 0 ไม่ใช่

2.3.3 CONTROL PORT

Control Port เป็นพอร์ตที่ใช้ในการควบคุมพริ้นเตอร์ สัญญาณในกลุ่มนี้จะ Active Low ยกเว้น สัญญาณหรือ Initialize เท่านั้นที่ไม่ถูก Invert

ตารางที่ 2.4 แสดงรายละเอียดของ CONTROL PORT

Name	Read/write	Bit No.	Signal Name
Data port	Read	bit3	nEselect (pin17)
Data port	Read	bit2	nInitialize(pin16)
Data port	Read	bit1	nAutofeed (pin14)
Data port	Read	bit0	nStrobe (pin1)

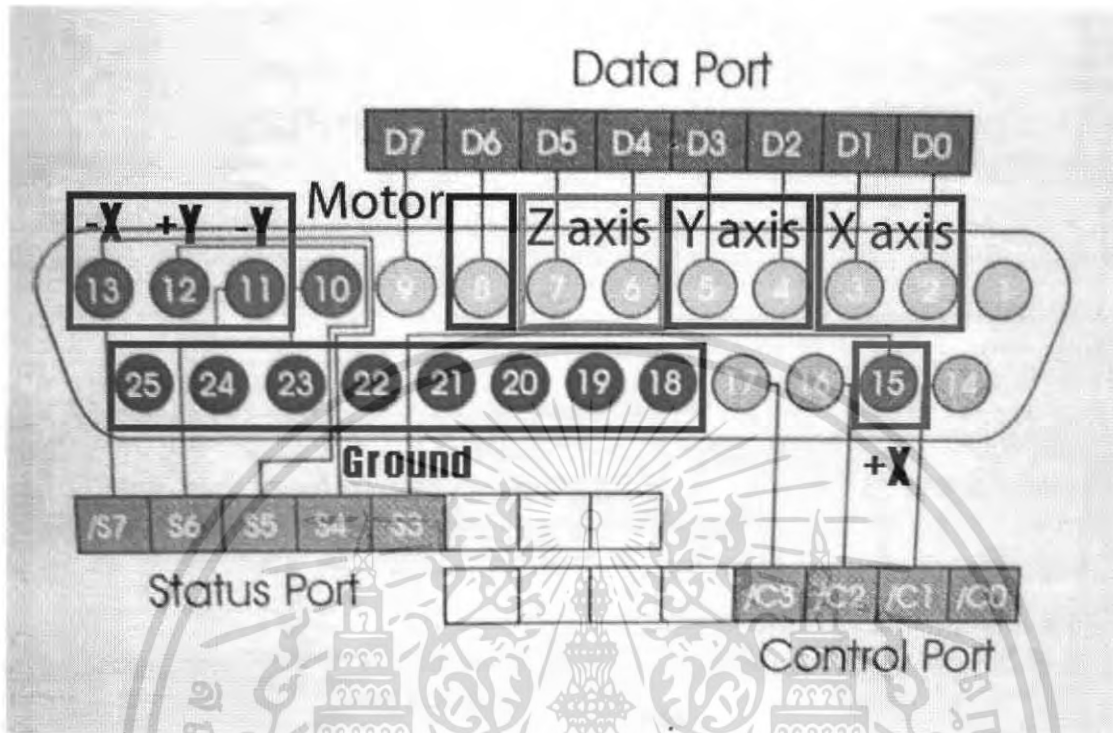
ลักษณะการทำงานของแต่ละบิตใน Control Port

- Bit 3 nESelect Printer เมื่อ Active หมายถึง เลือกพริ้นเตอร์
- Bit 2 nInitialize เมื่อ Active หมายถึง รีเซตพริ้นเตอร์
- Bit 1 nAutoFeed เมื่อ Active หมายถึง พริ้นเตอร์กรทำ Line Feed
- Bit 0 nStrobe เมื่อ Active หมายถึง การบอกให้พริ้นเตอร์ทราบว่าข้อมูลเข้ามาแล้ว

จากข้อมูลข้างต้นเราสามารถใช้งานขาพอร์ตต่างๆ เพื่อติดต่อกับตัวตู้คอนโทรล ใช้พอร์ตส่วนของ Data port ในการควบคุมทิศทางและการควบคุมตัวสตีปมอเตอร์ โดยเราใช้ 2 ขา ต่อการควบคุม 1 แกน 1 ขา ควบคุมทิศทาง และอีก 1 ขา ควบคุมการเคลื่อนที่ของความเร็ว โดยเราใช้ขา 2 และ 3 กับแกนX, ขา 4 และ 5 กับแกนY, ขา 6 และ 7 กับแกนZ , ขา8 สำหรับการควบคุมการเปิด ปิด ของตัวตีชีมมอเตอร์ ,ขา15 สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิมิตสวิทช์+X, ขา13 สำหรับลิมิตสวิทช์-X, ขา12 สำหรับลิมิตสวิทช์+Y, ขา11 สำหรับลิมิตสวิทช์-Y และขา 18-25 สำหรับกราวด์



รูปที่ 2.1 การใช้งานขาพอร์ตต่างๆ

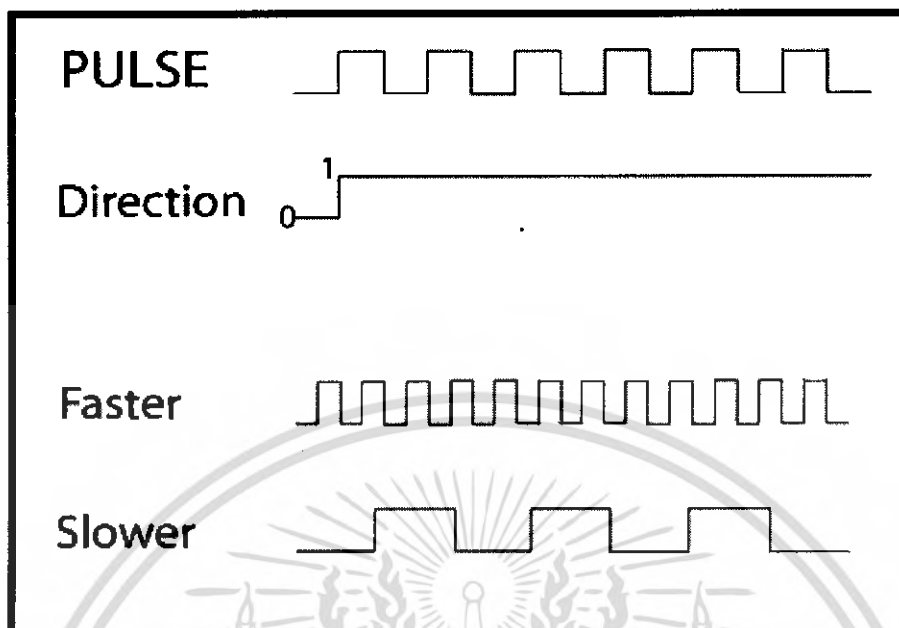
การส่งค่าของสเต็ปมอเตอร์ 2 ขานั้นขาที่เป็นขาบอกทิศทาง จะส่งค่า เป็นลอจิก 1 กับ 0 สลับกันตาม ทิศที่ต้องการให้เคลื่อนที่ คือ ถ้าต้องการให้หมุนตามเข็มนาฬิกา จะต้องส่งค่าเป็น 1 ค้างไปซึ่งที่ขาของตัวพอร์ตนี้ ถ้า ต้องการให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา ก็จะทำการส่งค่าเป็นลอจิก 0 ค้าง นอกจากการกำหนดทิศทางแล้วเราต้องควบคุม ความเร็วของการเคลื่อนที่ด้วย โดยใช้ขาที่เหลือ ทำหน้าที่ส่งค่าสัญญาณพัลส์ หรือสัญญาณ ลอจิก 0 สลับกับ 1 ไปโดย ตัวไดรเวอร์จะตอบสนอง กับลอจิก 0 หรือจะทำงานเมื่อ มีลอจิก 0 เข้ามา (ต้องเป็น สัญญาณพัลส์) ดังนั้นหากต้องการให้มอเตอร์ของแกนนั้นๆ หมุนตามเข็มนาฬิกา จะต้องทำการส่งค่าขาทิศทางเป็น 1 และควบคุมการส่งค่าสัญญาณพัลส์ไปยังอีกขาที่เหลือ ถ้าต้องการให้หมุนเร็วก็ทำการส่งค่าสัญญาณพัลส์ ไปให้เร็วขึ้น ถ้าต้องการให้หมุนช้าก็ส่งค่าสัญญาณให้ช้าลง

การส่งค่าไปยังวงจรที่ทำการตัดส่วนหรือดีซีมอเตอร์นั้นจะใช้พินขาที่ 8 ในการควบคุมการปิดและ เปิดของรีเลย์ โดยถ้าส่งสัญญาณ "1" รีเลย์จะทำงานทำให้ส่วนไม่หมุน แต่ถ้าขา 8 มีสัญญาณเป็น "0" รีเลย์ จะไม่ทำงานทำให้ส่วนทำงานตามปกติ

การส่งค่ากลับมายัง โปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมรู้ว่าลิมิตสวิทช์ถูกชนเพื่อไปตัดการทำงานของส่วน และปุ่มบังคับที่ถูกชนทำได้โดยใช้ STATUS PORT ในการรับค่าจากพอร์ตขานมายังโปรแกรม โดยใช้ ขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 ในตำแหน่ง +X , ขา13 ในตำแหน่ง -X , ขา12 ในตำแหน่ง+Y และขา11ในตำแหน่ง-Y และ ขากราวด์
 พิน18-25 เป็นขากราวด์ของพอร์ตขนาน



รูปที่ 2.2 แสดงการบังคับแต่ละแกน

ตารางที่ 2.5 สรุปการนำแต่ละพินของพอร์ตขนานมาประยุกต์ใช้กับ โปรเจกต์

พิน	การประยุกต์ใช้
2	กำหนดความเร็วแกนX
3	กำหนดทิศทางแกนX
4	กำหนดความเร็วแกนY
5	กำหนดทิศทางแกนY
6	กำหนดความเร็วแกนZ
7	กำหนดทิศทางแกนZ
8	ตัดการทำงานของสว่าน(ดีซีมอเตอร์)
11	ขอบเขตการทำงาน-Y
12	ขอบเขตการทำงาน+Y
13	ขอบเขตการทำงาน-X
15	ขอบเขตการทำงาน+X
18	Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

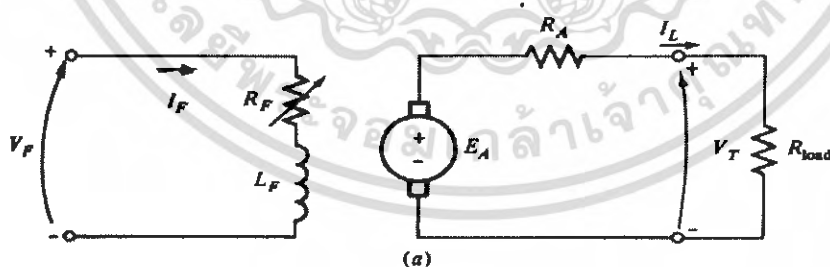
ตารางที่ 2.5 (ต่อ)สรุปการนำแต่ละพินของพอร์ตขนามมาประยุกต์ใช้กับโปรเจกต์

พิน	การประยุกต์ใช้
19	Ground
20	Ground
21	Ground
22	Ground
23	Ground
24	Ground
25	Ground

2.4 ความรู้เบื้องต้นสำหรับการพัฒนาเครื่องจักร

ในการปรับปรุงเครื่องกั้นนั้นจำเป็นต้องมีอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวิธีการใช้งานมอเตอร์ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบันมีด้วยกัน 4 แบบ คือ แบบกระตุ้นแยกอิสระ (separately excited) แบบขนาน (shunt) แบบอนุกรม (series) และแบบผสม (compound) ทั้งนี้การปรับปรุงเครื่องเจ้านั้นได้นำมอเตอร์ชนิดกระตุ้นแยกอิสระ (Separately excited) มาใช้ในการทำการพัฒนาเครื่องจักรเดิม เพราะเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และสามารถควบคุมได้ง่าย

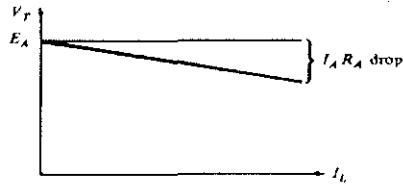
2.4.1 มอเตอร์แบบกระตุ้นแยกอิสระ (Separately excited)



Separately Excited

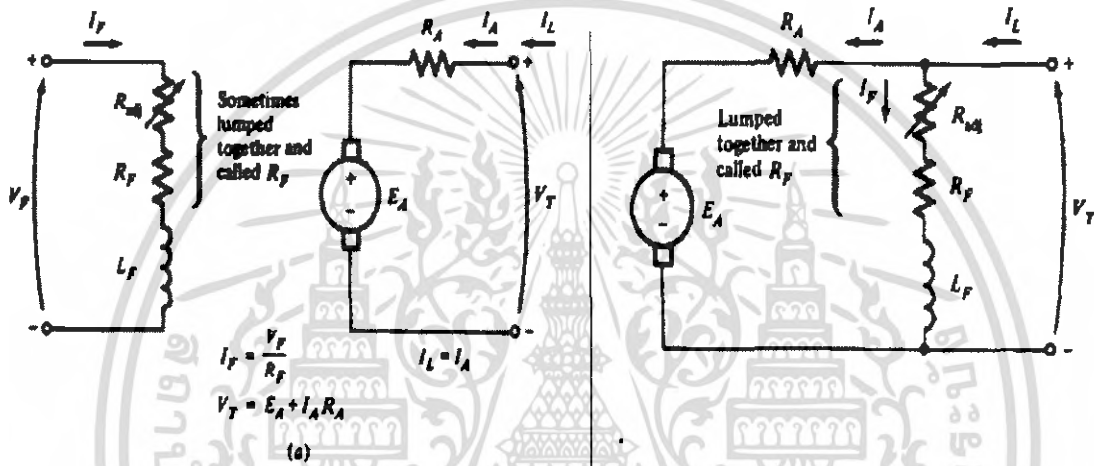
รูปที่ 2.3 แสดงวงจรสมมูลของมอเตอร์แบบกระตุ้นอิสระ (Separately excited)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Separately Excited

รูปที่ 2.4 แสดงกราฟลักษณะสมบัติภายนอก(External Characteristics)



รูปที่ 2.5 แสดงการทำงานของมอเตอร์แบบกระตุ้นอิสระในสภาวะอยู่ตัวใดๆ

หลักการการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง พิจารณารูปที่ ซึ่งมีความสัมพันธ์ ดังนี้

Field Circuit: $V_F = I_F R_F$

Armature Circuit: $V_T = E_A + I_A R_A$

Mag. Curve: $E_A = K \cdot \phi \cdot \omega$, $I_F = I_F - \frac{\mathfrak{J}_{AR}}{N_F}$, $E_A - I_F$ Curve

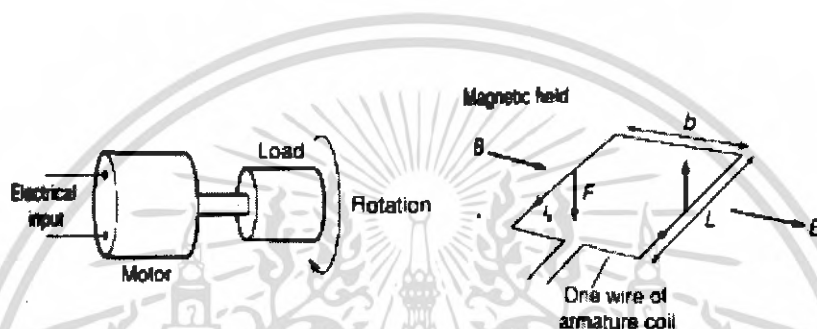
Mechanics: $\tau_{ind} = K \phi I_A$

Steady State: $\tau_{ind} = \tau_{load}$, $\omega = \frac{V_T - \frac{R_A}{K \phi} \tau_{ind}}{K \phi}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.1 การปรับความเร็วของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current, D.C. Motor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หรือจะกล่าวว่าเป็นระบบที่มีสัญญาณไฟฟ้าเป็นอินพุต และมีเอาต์พุตเป็นพลังงานกลก็ได้ โดยทั่วไปมอเตอร์จะประกอบด้วยขดลวดที่ส่วนหมุน หรือ armature coil ซึ่งสามารถที่จะหมุนไปได้อย่างอิสระ ขดลวดนี้จะวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือส่วนมากจะเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สร้างจากกระแสไฟฟ้าผ่าน field coils. เมื่อมีกระแสไฟฟ้า i_a ไหลผ่าน armature coil ซึ่งวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดแรงผลักดันทำให้ armature นี้เกิดการหมุน ตามที่แสดงในรูปที่



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้าง DC Motor

ดังนั้น เราสามารถเขียนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ได้ 2 แบบ ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ควบคุม คือ

- Armature – Controlled Motor
- Field – Control Motor

แรงกระทำ F ที่กระทำบนขดลวดความยาว L ที่มีกระแส i_a ไหลผ่าน และวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ที่มีความเข้มสนามแม่เหล็ก B แรง F ที่กระทำเป็นมุมฉากกับ B จะมีค่าเป็น

$$F = Bi_a L \quad 2.4.1$$

ถ้ามีขดลวดจำนวน N เส้นจะได้

$$F = NBi_a L \quad 2.4.2$$

แรงกระทำ F นี้จะยังผลให้เกิดแรงบิด T เมื่อ $T = Fb$ โดย b คือความกว้างของขดลวด ดังนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = N B i_a L b \quad 2.4.3$$

เราจะเห็นว่า แรงบิด T นี้จะเป็นสัดส่วนกับ $B i_a$ ส่วนพารามิเตอร์อื่น ๆ จะคงที่สำหรับมอเตอร์หนึ่ง ๆ ดังนั้น เราสามารถเขียนสมการได้เป็น

$$T = k_1 B i_a \quad 2.4.4$$

โดยที่

$$k_1 = N L b$$

- ปรับค่า V_T (Armature Voltage Control)

$$\omega = \frac{V_T}{K\phi} - \frac{T_{ind} \cdot R_A}{[K\phi]^2}$$

ตัวแปรที่ใช้

$V_T = V_a$, Armature Voltage หน่วยเป็น โวลต์

$E_a = V_b$ (back emf) หน่วยเป็น โวลต์

เนื่องจาก armature เป็นขดลวดที่หมุนอยู่ในสนามแม่เหล็ก จึงเกิดการเหนี่ยวนำและทำให้เกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้น ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้ จะตรงกันข้ามกับทิศทางของความต่างศักย์ที่ทำให้เกิดการหมุน ดังนั้นเราจึงเรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดจากการเหนี่ยวนำนี้ว่า back emf โดย back emf นี้จะเป็นอัตราส่วนกับอัตราการหมุนของ armature และสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากขดลวด ทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็ก B มีค่าเป็น

$$V_b = k_2 B \omega \quad 2.4.5$$

เมื่อ ω คือความเร็วรอบของเพลลาและ k_2 เป็นค่าคงที่

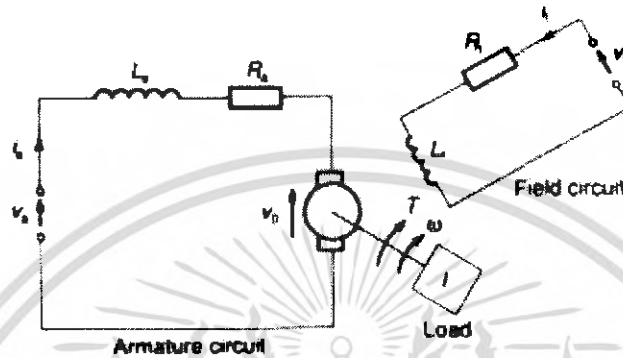
Armature – Controlled Motor เป็นมอเตอร์ที่กำหนดให้กระแสไฟฟ้าให้ Field coil นั้นมีค่าคงที่และความเร็วรอบของมอเตอร์จะปรับ โดยปรับเปลี่ยนความต่างศักย์ v_a ที่ให้กับ armature การที่กระแสไฟใน field coil มีค่าคงที่ก็แสดงว่าความเข้มสนามแม่เหล็ก B มีค่าคงที่ ทำให้เราได้ว่า

$$V_b = k_3 \omega \quad 2.4.6$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ k_3 คือค่าคงที่ ในวงจรของ armature นั้นจะประกอบด้วยความต้านทาน R_a และ inductance L_a ตามรูปที่ 2 ซึ่งในกรณีนี้จะทำให้เกิด back emf v_b ขึ้น ดังนั้นถ้าหากว่าเราให้ความต่างศักย์ v_a กับวงจร armature เราจะได้

$$v_a - v_b = L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a \quad 2.4.7$$



รูปที่ 2.7 D.C. Motor Circuit

เมื่อเราพิจารณาสมการนี้ในรูปของ block diagram ดังที่แสดงในรูปที่ 2 เราจะเห็นว่าค่าที่เราให้กับระบบเป็น v_a แต่จะถูกกลดลงด้วย back emf. v_b ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณความผิดพลาด $(v_a - v_b)$ สัญญาณความผิดพลาดที่ได้นี้จะเข้าสู่ขดลวด armature ดังนั้นสมการ (2.4.7) นี้จะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณความผิดพลาด และค่ากระแสที่ได้ใน armature coil i_a แทนค่า v_b ลงในสมการ (2.4.7) จะได้

$$v_a - k_3 \omega = L_a \frac{di_a}{dt} + R_a i_a \quad 2.4.8$$

กระแส i_a ในขดลวด armature จะทำให้เกิดแรงบิด T ซึ่งมีค่าตามสมการ (2.4.4) เป็น

$$T = k_1 B i_a = k_4 i_a \quad 2.4.9$$

เมื่อ k_4 เป็นค่าคงที่ จากนั้นแรงบิดจะกลายเป็นอินพุทให้กับระบบภาระกรรม ซึ่งในที่นี้คือเอาชนะความเฉื่อยของระบบเวลาและส่วนหมุนทั้งหมด ดังนั้นจากระบบเชิงกล

$$\text{Net torque} = T - \text{damping torque} \quad 2.4.10$$

โดย *damping torque* มีค่าเท่ากับ $c\omega$ เป็นความหน่วง และ c เป็นค่าคงที่ ถ้าหากเราพิจารณาว่าเพลาไม่มีความยืดหยุ่นเชิงมุม หรือเพลาเป็นวัตถุเกร็งเราจะได้

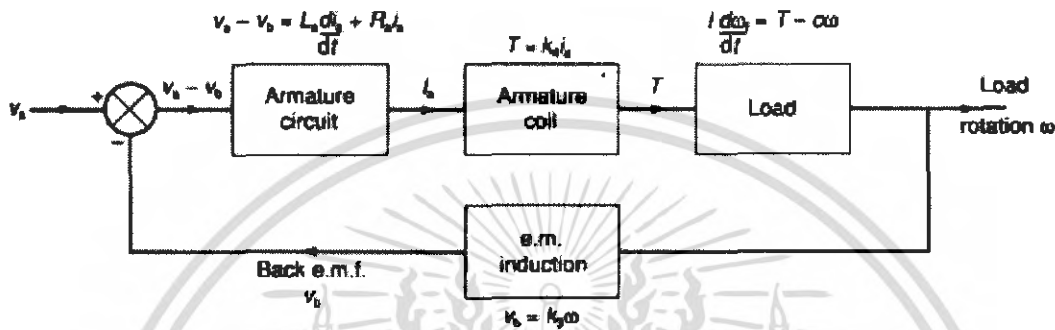
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Net\ torque = k_4 i_a - c\omega \quad 2.4.11$$

ซึ่งจากกฎข้อที่ 2 เราจะได้

$$I \frac{d\omega}{dt} = k_4 i_a - c\omega \quad 2.4.12$$

จากสมการ 2.4.8 และ 2.4.12 นี้จะอธิบายการทำงานของ armature – controlled motor



รูปที่ 2.8 แผนภาพบล็อกของ armature – controlled motor

- ปรับค่า I_F (Field Current Control)

$$\omega = \frac{V_T - T_{ind} \cdot R_A}{K_F \cdot I_F + [K_F \cdot I_F]^2}$$

การควบคุมมอเตอร์แบบ field-controlled motor จะทำโดยกำหนดให้กระแสที่ไหลเข้าสู่ armature มีค่าคงที่ แล้วปรับภาระกรรมโดยการเปลี่ยนแปลงค่าความต่างศักย์ของ field circuit ซึ่งวงจร field circuit นี้จะประกอบด้วย inductance ต่ออนุกรมกับ Resistant, R_f ดังนั้นในวงจรนี้

$$v_f = R_f i_f + L_f \frac{di_f}{dt} \quad 2.4.13$$

เราสามารถพิจารณาการทำงานของ field – controlled motor ในรูปแบบของ block diagram ดังที่แสดงในรูปที่ 4 เราจะมีอินพุตเข้าระบบใน v_f จากนั้นจะทำให้เกิดกระแส i_f ขึ้นใน field – circuit ความสัมพันธ์ของกระแสและความต่างศักย์เป็นไปตามสมการข้างบนนี้ กระแสที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดความเข้มสนามแม่เหล็กและเกิดเป็นแรงบิดที่เหนี่ยวนำ armature แต่เนื่องจากความเข้มสนามแม่เหล็ก B นี้เป็นสัดส่วนกับกระแส i_f ในขณะที่ i_a มีค่าคงที่ ดังนั้นสมการ (2.69) สามารถเขียนได้เป็น

$$T = k_1 B i_a = k_2 i_f \quad 2.4.14$$

เมื่อ k_ζ เป็นค่าคงที่ จากนั้นแรงบิดจะเปลี่ยนเป็นการเอาชนะภาระกรรมคือระบบเพลลาให้เกิดการหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω ซึ่งจากระบบเชิงกลเราจะได้

$$\text{Net torque} = T - \text{damping torque} \quad 2.4.15$$

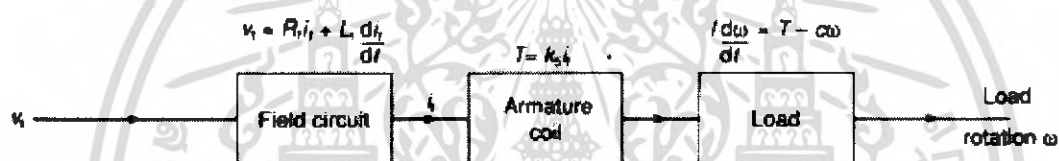
โดย damping torque มีค่าเท่ากับ $c\omega$ เป็นค่าคงที่ หากเราไม่พิจารณาความยืดหยุ่นของเพลลาเราจะได้

$$\text{Net torque} = k_\zeta i_f - c\omega \quad 2.4.16$$

และจากกฎของนิวตันเราจะได้

$$I \frac{d\omega}{dt} = k_\zeta i_f - c\omega \quad 2.4.17$$

สมการ (2.4.13) และ (2.4.17) จะอธิบายสภาพการทำงานที่เกิดขึ้นกับ field-controlled motor



รูปที่ 2.9 แผนภาพบล็อก ของ Field – controlled motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการสร้างและออกแบบ

ในส่วนของกรสร้างและออกแบบเครื่องกัดจากระบบใช้คนควบคุมมาเป็นระบบอัตโนมัติ นั้น ต้องทำงานใน 2 ส่วนต่อไปนี้ คือ ส่วนโปรแกรมออกแบบชิ้นงาน โปรแกรมส่วนติดต่อMilling Machine และต้องรู้ว่าแต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างไรรวม ไปถึงขอบเขตความต้องการของการนำMilling Machine ไปใช้

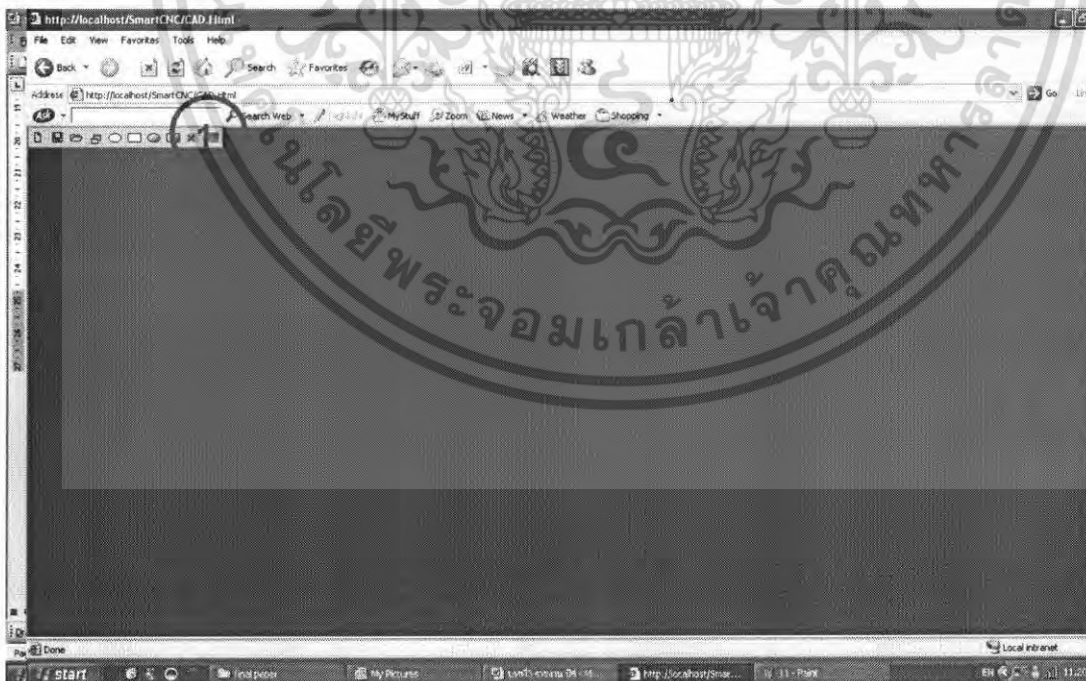
3.1 ส่วนโปรแกรม

ส่วนโปรแกรมเป็นส่วนที่ใช้สั่งงาน Milling Machineผ่าน PC Computer ซึ่งมีความสามารถในการนำเอาไฟล์รูปภาพที่ออกแบบโดยผู้ใช้โปรแกรม แล้วบันทึกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ HTML ซึ่งเป็นไฟล์ที่สามารถนำไปสั่งให้ Milling Machine ทำงานตามรูปที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการทำงานของ Milling Machine ตั้งแต่เริ่มทำงาน จนกระทั่ง สิ้นสุดการทำงานได้

3.1.1 โปรแกรมส่วนการออกแบบชิ้นงาน (Program for Design) ประกอบด้วย

3.1.1.1 โปรแกรมส่วนการออกแบบชิ้นงาน ชนิด AUTOMATIC

เป็นหน้าต่างที่ใช้สำหรับออกแบบชิ้นงาน และ ทำการแปลงข้อมูล จากรูปภาพ บันทึกไว้ในรูปแบบไฟล์ HTML ประกอบด้วยส่วน Tools , Work Space มีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 3.1 แสดงส่วน โปรแกรมการออกแบบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.2 Tools Bar



รูปที่ 3.2 Tools Bar

- **Erase All** เป็นส่วนคำสั่งในการลบ รูปแบบที่สร้างขึ้นทั้งหมด
- **Convert Shapes** ส่วนคำสั่งในการส่งข้อมูล XmlL จากรูปภาพไปยังส่วนควบคุมMilling Machain
- **Load Shapes** ส่วนคำสั่งในการโหลดข้อมูลรูปภาพ
- **Replicate Shapes** ส่วนคำสั่งในการลอกแบบ Shapes ที่เลือกไว้
- **New Oval** ส่วนคำสั่งในการสร้าง ชิ้นงานเป็นรูปวงกลม
- **New Ractangle** ส่วนคำสั่งในการสร้าง ชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยม
- **ReMove Shape** คำสั่งลบ Shape ที่เลือกไว้

3.1.1.3 Work Space



รูปที่ 3.3 หน้า Work space

Work Space เป็นส่วนที่ใช้วาด และ ออกแบบ ชิ้นงาน ทั้งยังเป็นส่วนกำหนดรูปแบบการทำงานของ Milling Machine อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล HTML ที่ได้จาก โปรแกรมออกแบบ

```

html - Notepad
File Edit Format View Help
<html>
<head>

<xml:namespace ns="urn:schemas-microsoft-com:vml" prefix="v"/>
<style type="text/css">
v\:* { behavior: url(#default#VML);}
</style>

</head>

    <body>

<?xml:namespace prefix = v />

<v:rect
    id=nr1 style="LEFT: 70px;
    WIDTH: 139px; POSITION: absolute; TOP: 51px; HEIGHT: 133px"
    coordsize = "21600,21600" filled = "f" strokecolor = "black"
    strokeweight = ".75pt"><v:fill></v:fill><v:stroke></v:stroke>
</v:rect>

    </body>

</html>

```

คุณสมบัติ บอกพิกัด, ความยาว, ความสูง, รัศมี และ จุดศูนย์กลาง ของชิ้นงานที่ผู้ใช้ออกแบบ และ นำข้อมูลนี้ โหลดไปยังโปรแกรมส่วนติดต่อ Milling Machine

ส่วนที่สำคัญ

Html code

```

<v:rect
    id=nr1 style="LEFT: 70px;
    WIDTH: 139px; POSITION: absolute; TOP: 51px; HEIGHT: 133px"
    coordsize = "21600,21600" filled = "f" strokecolor = "black"
    strokeweight = ".75pt"><v:fill></v:fill><v:stroke></v:stroke>
</v:rect>

```

ตัวอย่าง Code สำหรับ “รูปสี่เหลี่ยม”

```

<?xml:namespace prefix = v />
    <v:oval id=nr1 style="LEFT: 233px; WIDTH: 239px; POSITION: absolute;
    TOP: 108px; HEIGHT: 228px" coordsize = "21600,21600" filled = "f"
    strokecolor = "black" strokeweight = ".75pt">
        <v:fill></v:fill><v:stroke></v:stroke>
    </v:oval>

```

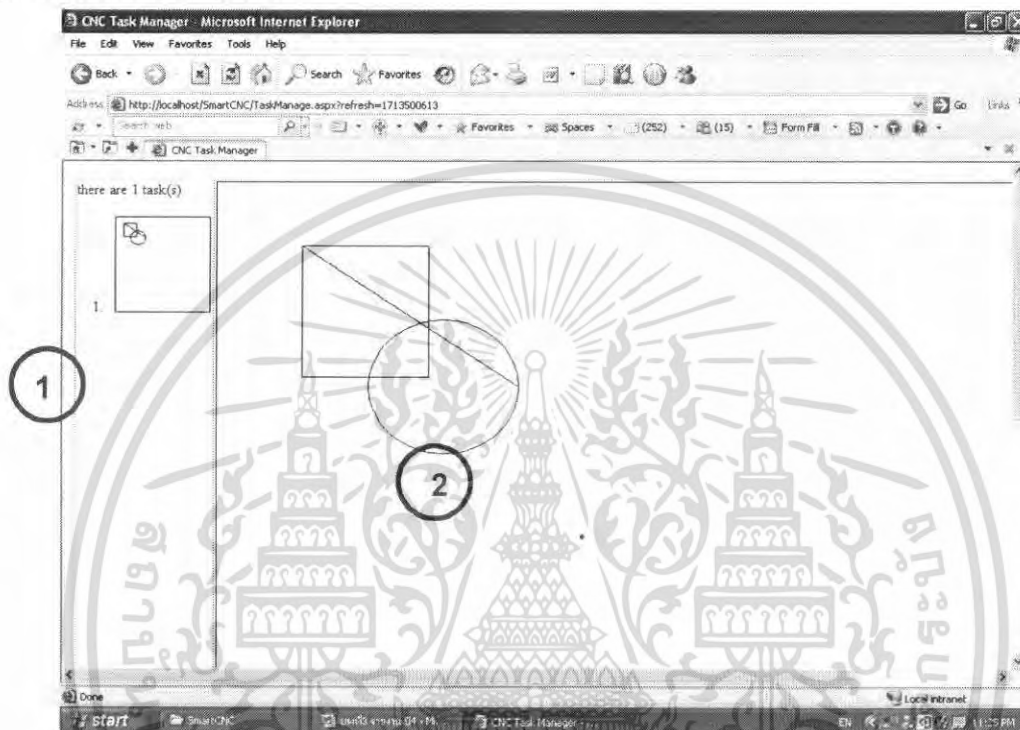
ตัวอย่าง Code สำหรับ “รูปวงกลม”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โปรแกรมส่วนการควบคุมเครื่องจักร มี 2 แบบ

3.2.1 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร แบบ AUTOMATIC FORM

เป็นส่วนโปรแกรมที่ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของ Milling Machine และ ยังเป็นส่วนในการแสดงผลการทำงานของ Milling Machine ในทุกๆ หนึ่งวินาที ตั้งแต่ต้นจนกระทั่งจบการทำงาน (สำหรับการใช้งานในหลายๆ User โปรแกรมจะจัดเรียงข้อมูล การทำงานตามลำดับ และ แสดงผลของ ชิ้นงานในแต่ละข้อมูล ของ แต่ละ User) ดังนี้

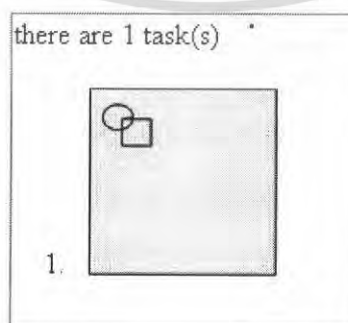


รูปที่ 3.4 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร แบบ AUTOMATIC FORM

อธิบายส่วนต่างๆ ภายในโปรแกรม

3.2.1.1 ส่วนของการแสดงผล แบ่งเป็น 2 ส่วน

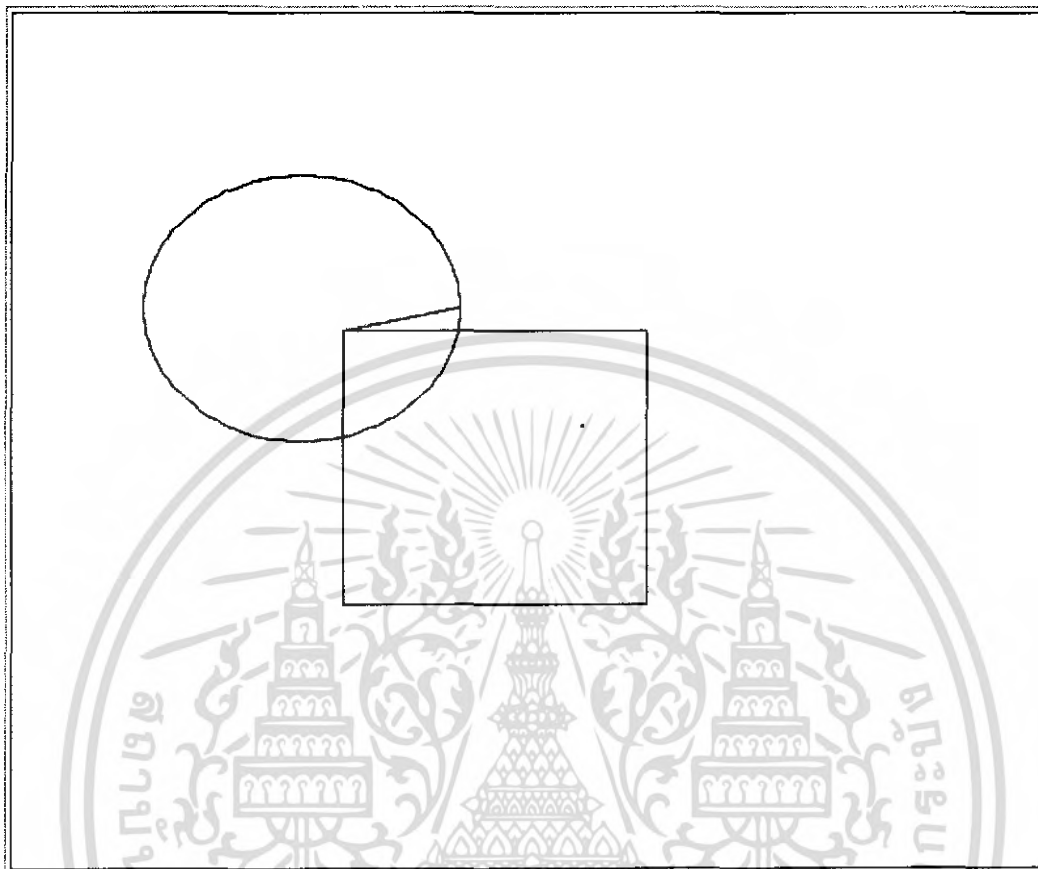
1. ส่วนของ Task Manager เป็นส่วนแสดงจำนวนงานที่ User ได้วาดไว้ และ แสดง ลำดับการทำงานของ เครื่องจักร อีกทั้ง ลักษณะของชิ้นงานด้วย



รูปที่ 3.5 Task Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนของ Simulation เป็นส่วนแสดงการทำงานของเครื่องจักร เพื่อบอกตำแหน่งของการกักชิ้นงานตั้งแต่ เริ่มการทำงานไปจนสิ้นสุดการทำงาน



รูปที่ 3.6 Simulation

ส่วนการประมวลผล

- จะมีการประมวลผลในทุกๆ 1 วินาที
- จะมีการ Remove งานเก่าออกเมื่อ เครื่องจักรทำงาน จบ
- มีอัตราการขยายรูปภาพ 10 เท่า
- RETURN ไปออกแบบชิ้นงานใหม่ได้ ทั้งที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่
- ทำงานร่วมกับ โปรแกรมควบคุมเครื่องจักร แบบ MANUAL FORM ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1.2 ส่วนของการประมวลผล แบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ส่วนประมวลผลเป็นส่วนช่วยในการสั่งงานเครื่องจักรให้ทำงานได้ มีความละเอียดในการเคลื่อนที่ STEP ละ 3/200 MM ควบคุมการส่ง PLUSE ในการควบคุมการเคลื่อนที่ โดยใช้ Timer ที่มีความถี่ 50 PLUSE ต่อ วินาที

ในการประมวลผล ข้อมูลจาก Userจะต้องผ่านโปรแกรมหลักทั้ง 4 ส่วน ดังนี้

1. SHAPE

ส่วนนี้จะโหลดข้อมูล HTML จากโปรแกรม วาดรูปมาคำนวณเพื่อ

- 1.1 ตรวจสอบข้อมูล ว่าเป็น oval หรือ line หรือ rect
- 1.2 คำนวณ G Code และ Distance ของชิ้นงาน
- 1.3 ส่งข้อมูล ไปที่ ส่วน CNC

2. CNC

- 2.1 นำค่า พิกัดของG Code มาเข้าสมการการกำหนดการเคลื่อนที่
- 2.2 นำค่าจากสมการสั่งให้CNC เคลื่อนที่ โดยการกำหนด PLUSE
- 2.3 นำค่า Distance และ พิกัด มาแปลเป็น ข้อมูล HTML เพื่อ Simulation
- 2.4 ส่งค่า ข้อมูล HTML ไปที่ Task Manager

3. Task

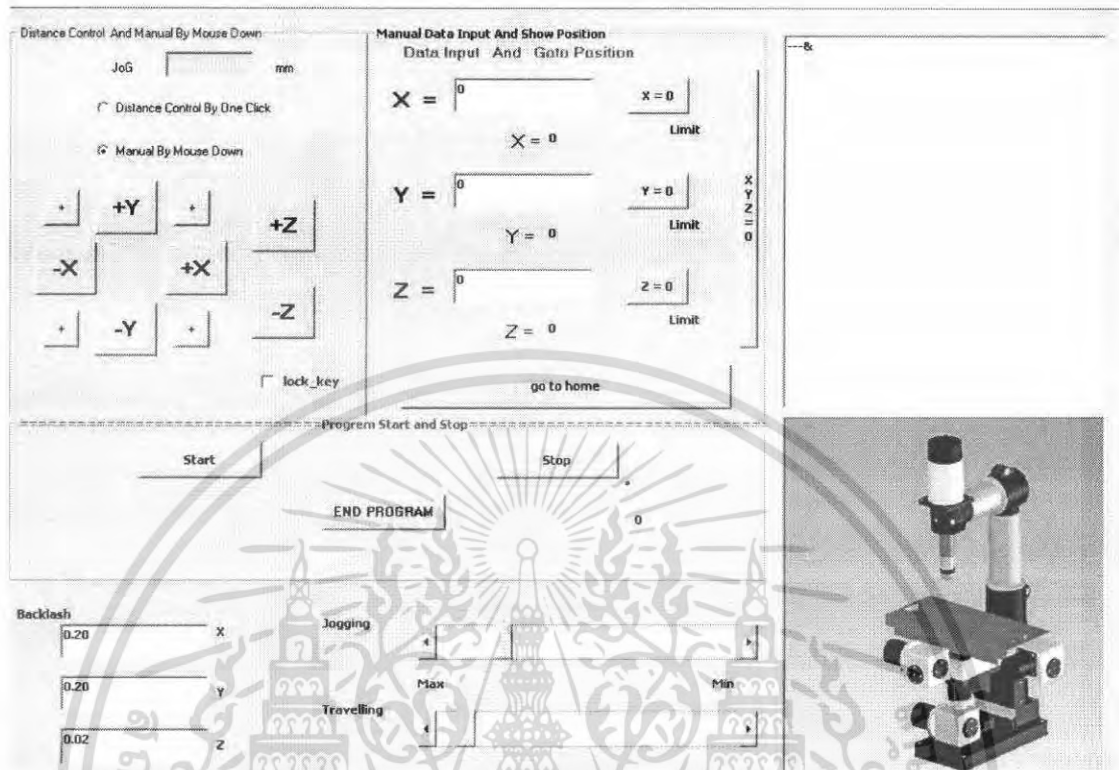
- 3.1 เป็นตัวควบคุมการทำงานของ โปรแกรมทั้งหมด ทำหน้าที่คล้าย CPU
- 3.2 แสดงผลข้อมูล ออกมาเป็นรูปภาพในเว็บ และ แสดงผลการ Simulation
- 3.3 เชื่อมต่อข้อมูล จาก VB 2005 ไปยัง Web

4. Task Manager

- 4.1 ควบคุมการทำงานของ Task
- 4.2 จัดเรียงคิวการทำงานของเครื่อง CNC
- 4.3 แสดงผลในส่วนของ Task Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โปรแกรมควบคุมเครื่องจักรแบบ MANUAL FORM



รูปที่ 3.7 แสดงหน้าต่างโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร

MANUAL FORM เป็นหน้าต่างสำหรับการควบคุมการเคลื่อนที่ตามแกนต่างๆ ซึ่งกำหนดโดยผู้ใช้ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

3.2.2.1 DISTANCE CONTROL BY AND MANUAL BY MOUSE DOWN

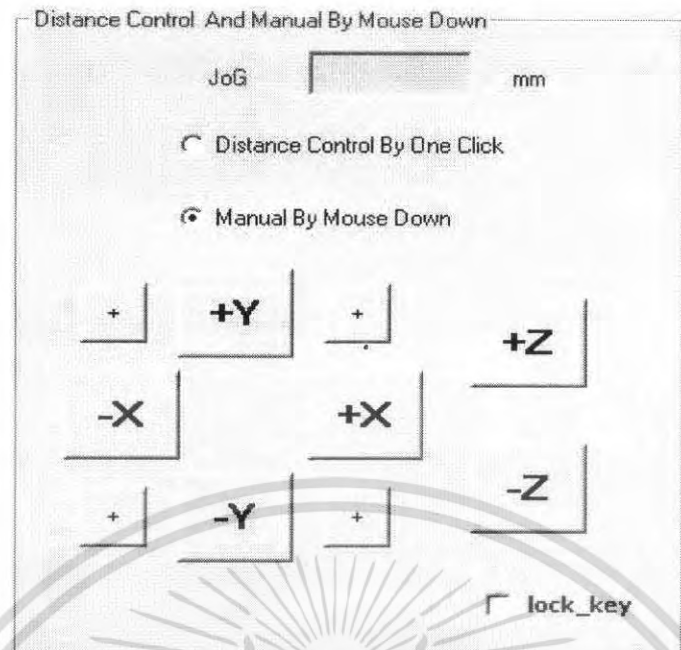
เป็นการเคลื่อนที่ไปบนแกนต่างๆ โดยการกำหนดค่า JOG หรือค่าที่กำหนดระยะต่อการคลิกเมาส์ 1 ครั้งซึ่งจะมีการนับค่าตำแหน่งที่เคลื่อนที่ไป และแสดงค่าตำแหน่งที่ POSITION STATUS หลักการเขียนโปรแกรม DISTANCE CONTROL BY ONE CLICK

ก่อนทำการเขียนโปรแกรมส่งพัลส์ผ่านพอร์ตขนาน จะต้องทำการประกาศก่อน โดยพิมพ์ข้อความดังนี้ไว้ที่ส่วนบนสุดของโปรแกรม

```
Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal Value As Integer)
```

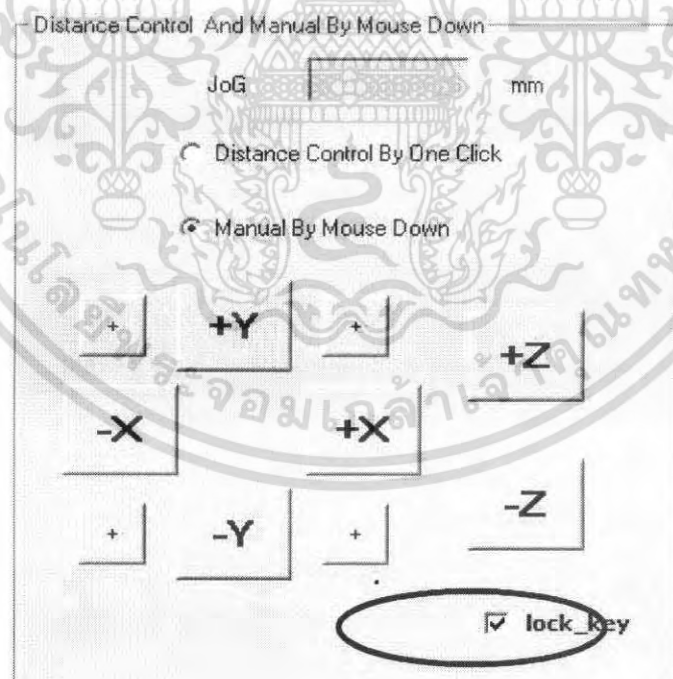
โปรแกรมจะนำค่าที่ถูกกำหนดไว้ในส่วน NUMBER OF PULSE PER 1 m.m.(7) มาใช้ในการส่งพัลส์ ซึ่งต่อไปนี้จะเป็นการยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมส่วนการส่งพัลส์บนแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ส่วนของ Distance Control And Manual By Mouse Down

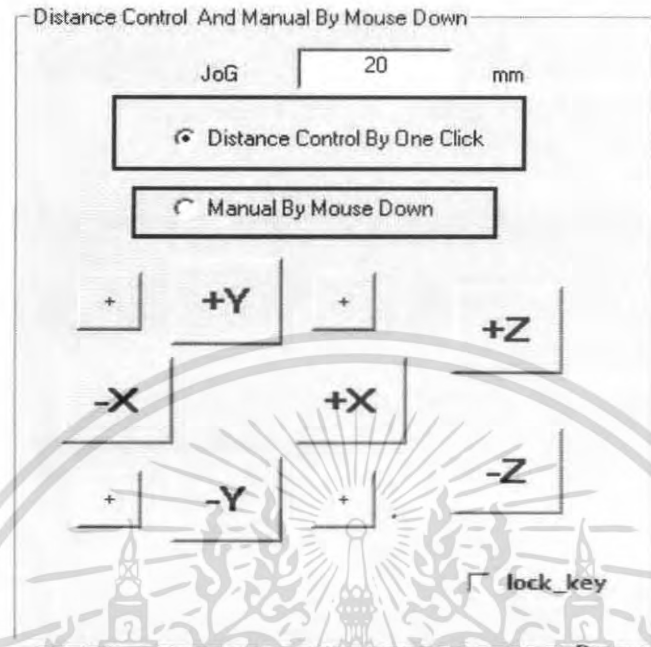
จากรูป จะเป็นการ ควบคุมเครื่อง Milling machine โดยการกดที่ปุ่มบังคับแกน เมื่อมีการกดปุ่ม ค้างเครื่อง Milling machine จะทำงานไปแต่เมื่อปล่อยปุ่ม เครื่องจะหยุดทำงาน แต่เราสามารถให้มีการกด เพียงครั้งเดียว แล้วเครื่องวิ่ง ไปตามแกนที่เราเลือกได้โดย กดที่ lock_key



รูปที่ 3.9 แสดง ตำแหน่งเมื่อกด lock_key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

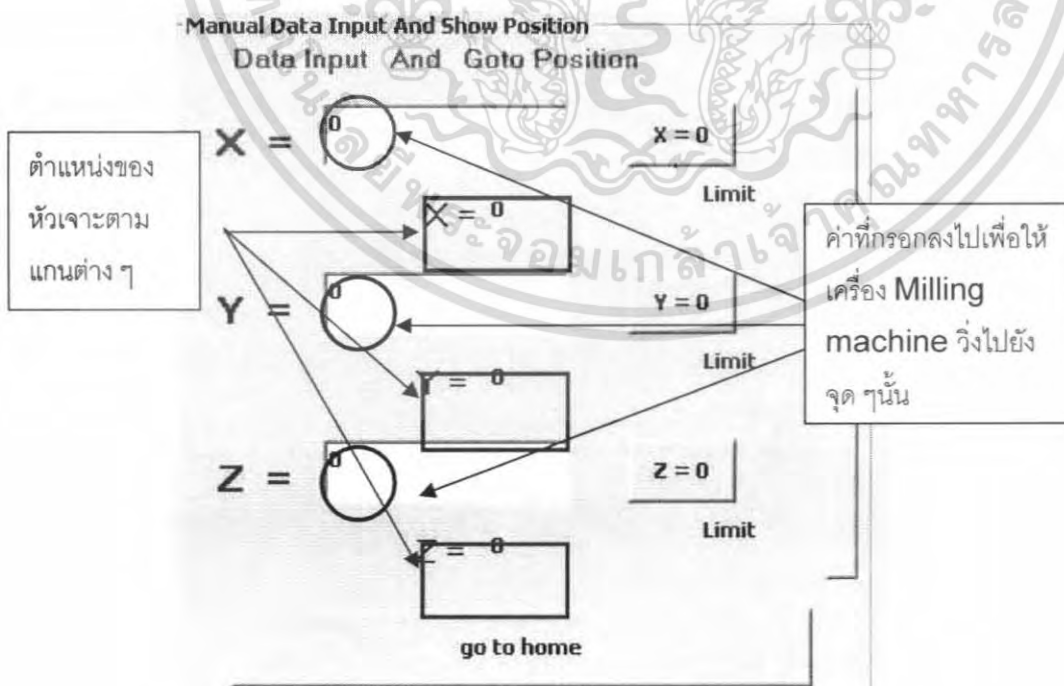
แต่เมื่อเราเลือกที่ Distance Control By One Click ใ้ส่วนของช่อง Jog จะเปิดให้เรากรอกค่าลงไป (มิลลิเมตร) แล้วเมื่อทำการกด เครื่อง Milling machine จะทำการวิ่งไปบนแกนนั้น ๆ ตามค่าที่เราได้กรอกลงไป



รูปที่ 3.10 เมื่อทำการเลือก Distane Control By One Click

3.2.2.2 MANUAL DATA INPUT AND SHOW POSITION

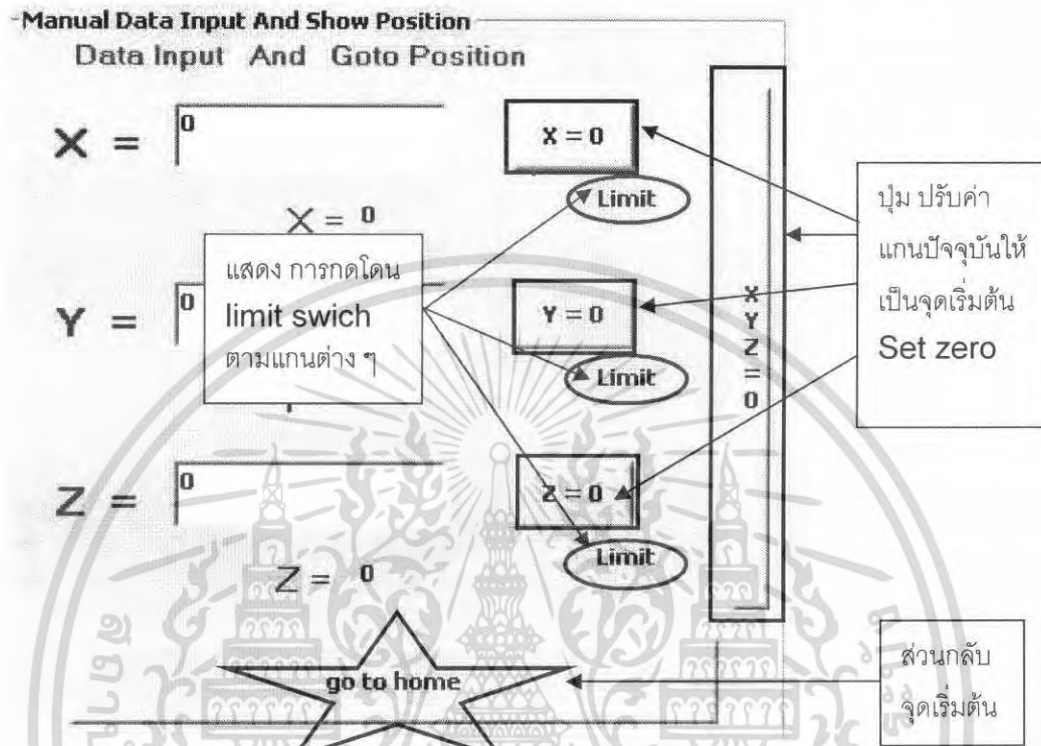
เป็นส่วนของการเคลื่อนที่ไปบนแกนต่างๆ โดยการกำหนดค่าตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการ โดยมี การนับค่าตำแหน่งแสดงที่ POSITION STATUS



รูปที่ 3.11 แสดง MANUAL DATA INPUT AND SHOW POSITION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

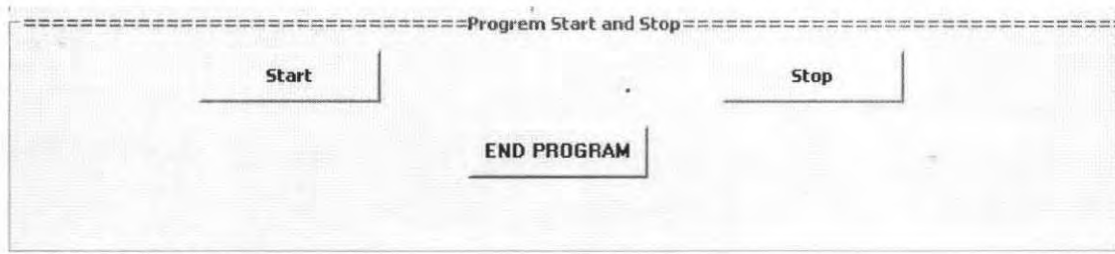
ในส่วนนี้จะเป็นการ แสดงตำแหน่งของหัวเจาะ Milling machine และสามารถทำการกรอกค่าตาม แกนต่าง ๆ ให้เครื่อง Milling machine กัดชิ้นงานไปตามแกนนั้น ๆ ตามค่าที่ได้กรอกลงไป และจะแสดงผล เมื่อมีการกด โคน limit swich ตามแกนต่าง ๆ และส่วนตั้งค่าแกนปัจจุบันให้เป็นศูนย์ อย่างชัดเจน



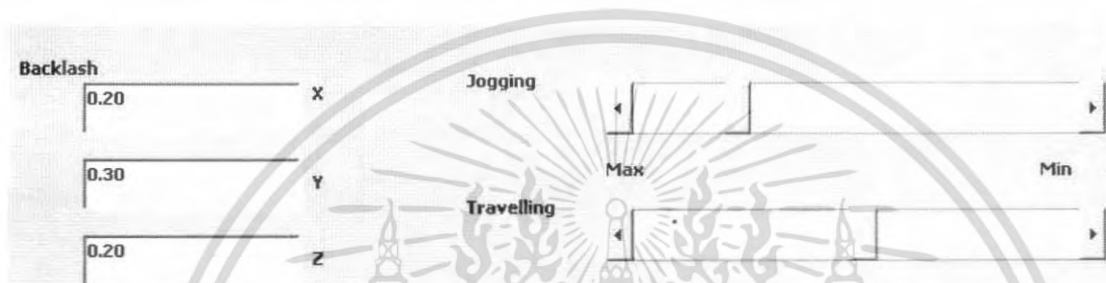
รูปที่ 3.12 แสดงการทำงานของ limit swich และ ทำ set position ให้เป็นศูนย์

โปรแกรมจะสั่งให้เครื่อง Milling machine ทำงานตามค่าที่ระบุในแกนต่าง ๆ โดยการกรอกค่าแล้ว กด Start แต่เมื่ออยากให้เครื่อง Milling machine หยุดการทำงาน สามารถกดที่ปุ่ม Stop แล้วเปิดการทำงาน โปรแกรมโดยการกดที่ END PROGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงการทำงานของ Start , Stop and END PROGRAM



รูปที่ 3.14 การกำหนดระยะทดเฟืองตามแกน ต่าง ๆ แล้ว ความเร็วในส่วนของ Jogging และ Traveling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

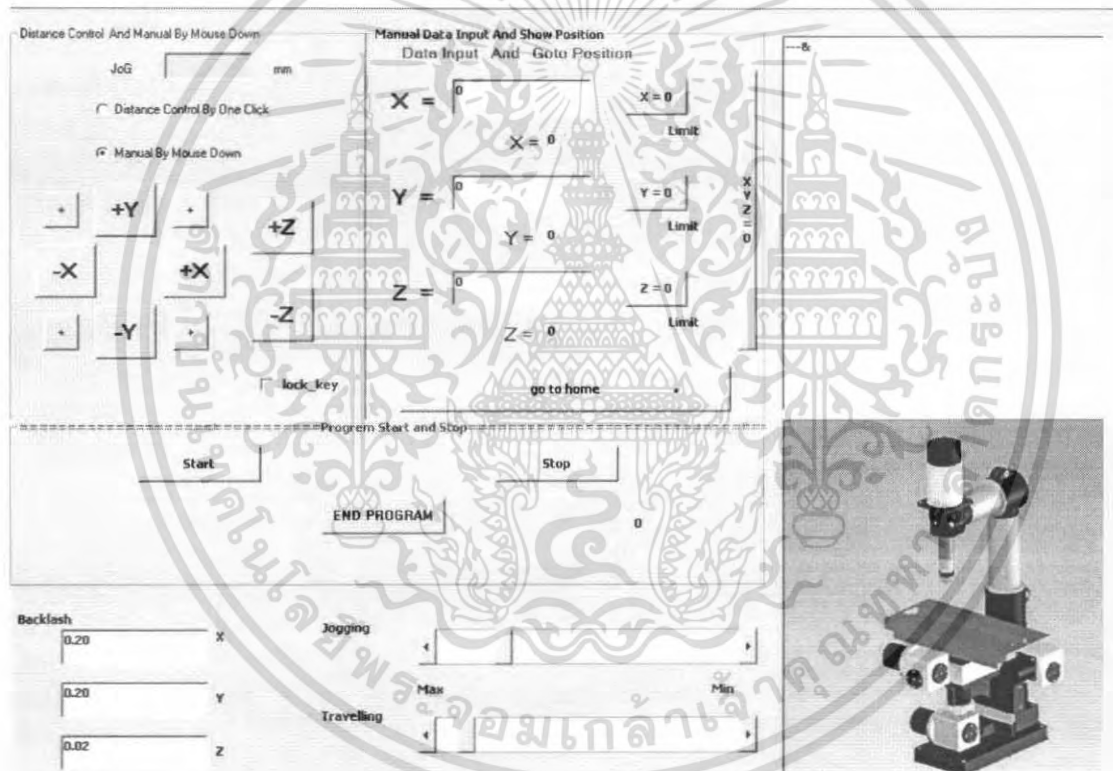
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมควบคุมเครื่องกัดเข้ากับตู้ควบคุมสัญญาณ และทำการเชื่อมต่อสัญญาณควบคุมเข้ากับเครื่องกัด แล้วทำการทดลอง ดังนี้

4.1 การทดลองสั่งการเครื่องจักรโดยตรงผ่านหน้าต่าง MANUAL FORM

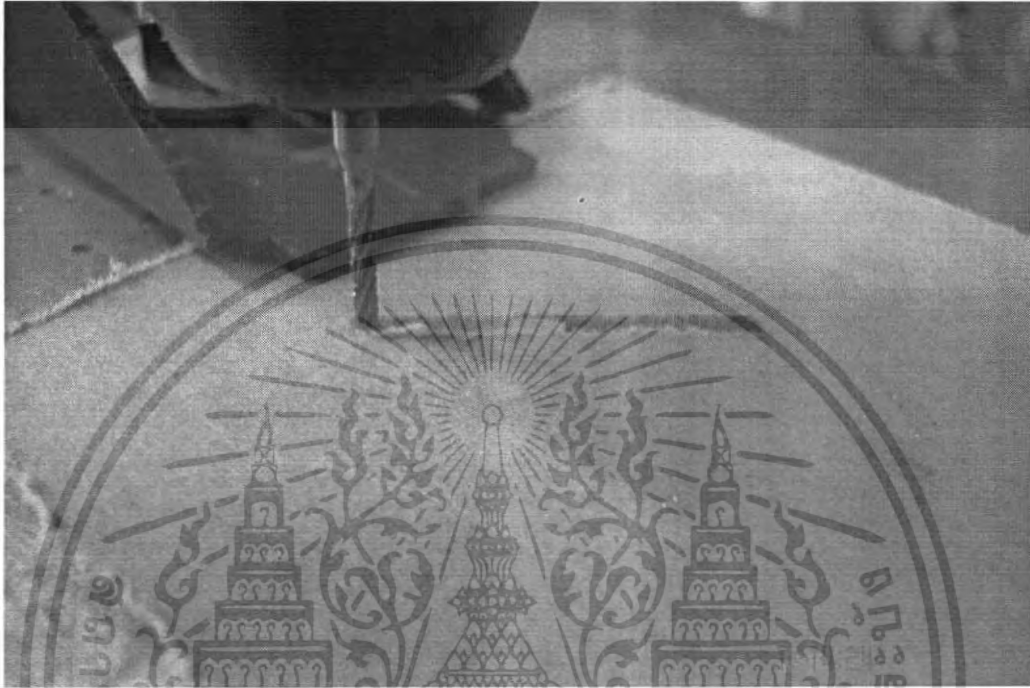
ทำการทดลองสั่งการมอเตอร์แต่ละแกนของเครื่องกัดไปที่ตำแหน่ง X10 Y10 โดยสั่งการโดยตรงผ่านหน้าต่าง MANUAL FORM



รูปที่ 4.1 แสดงหน้าต่าง MANUAL FORM ที่ใช้สั่งการเครื่องกัดโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

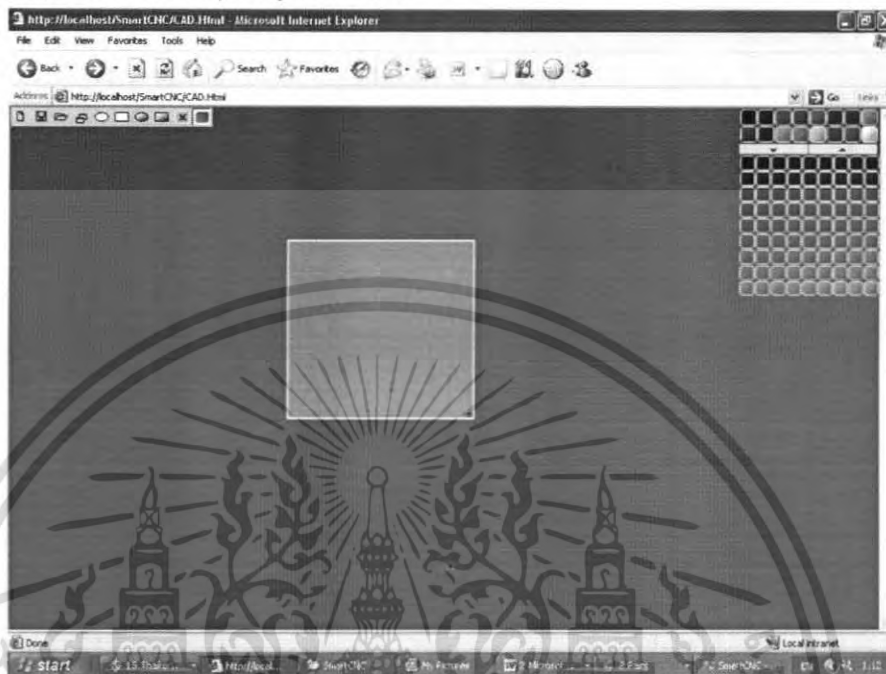


รูปที่ 4.2 แสดงตำแหน่งของเครื่องกัดที่จุด X10 Y10

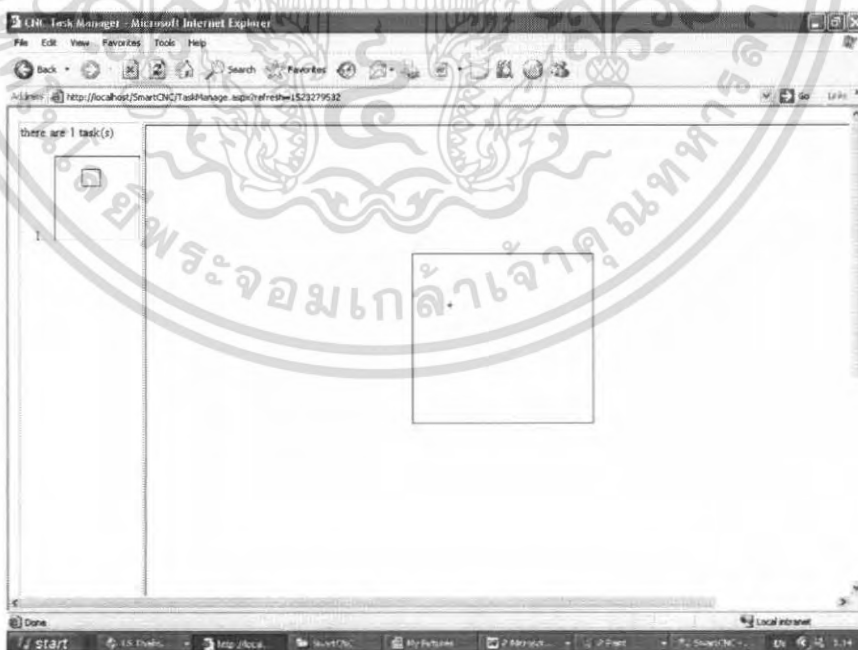
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทดลองสั่งการทำงานของโปรแกรมส่วนออกแบบชิ้นงานชนิด Automaticกัดรูปสี่เหลี่ยม

ทำการทดลองนำไฟล์รูปสี่เหลี่ยมจากโปรแกรม VML แล้วทำการบันทึกในแบบไฟล์ HTML จากนั้น ใช้โปรแกรม Visual studio.net version 2005 มาแปลงเป็นไฟล์ฐานข้อมูลเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยม แล้วสั่งการให้เครื่อง Millingทำการกัด วัสดุเป็นรูปสี่เหลี่ยม .



รูปที่ 4.3 แสดงรูปสี่เหลี่ยมที่ออกแบบโปรแกรม VML



รูปที่ 4.4 แสดงหน้าต่าง task manager ที่ ใช้สั่งการกัดรูปสี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ทดลองสั่งการทำงานของโปรแกรมส่วนออกแบบชิ้นงานชนิด Automatic ในการกัดวงกลม

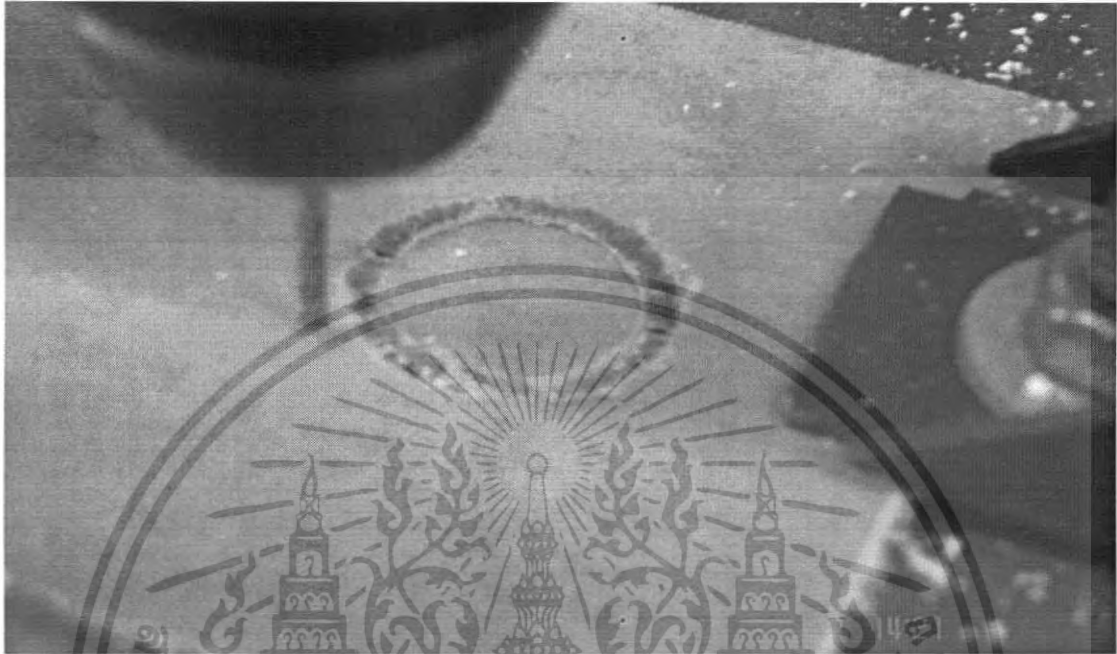
ทำการทดลองนำไฟล์รูปวงกลมจากโปรแกรม VML แล้วทำการบันทึกในแบบไฟล์ HTML จากนั้น ใช้โปรแกรม Visual studio.net version 2005 มาแปลงเป็นไฟล์ฐานข้อมูลเพื่อสร้างรูปสี่เหลี่ยม แล้วสั่งการให้ Milling Machine ทำการกัดวัสดุเป็นรูปวงกลม



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าต่าง task manager ที่ใช้สั่งการกัดรูปวงกลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.7 แสดงรูปวงกลมบนวัสดุที่ได้จากการทำงานของ Milling Machine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์และบทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำการทดลองใช้โปรแกรมส่วนควบคุมเครื่องกัดโดยตรงผ่าน Internet และ MANUAL FORM นั้นปรากฏว่าเครื่องกัดสามารถทำตามคำสั่งที่ต้องการผ่านทางคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ และภายในระยะเวลาเหมาะสม

จากการทำการทดลองใช้โปรแกรมส่วนแปลงไฟล์ Xml เป็นไฟล์ G-CODE (Xml to G-Code Converter) เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องกัด ปรากฏว่าโปรแกรมสามารถควบคุมและสั่งการเครื่องกัดได้อย่างถูกต้องตามต้องการ

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองสั่งการเครื่องกัดทั้งทาง Internet และ MANUAL FORM สามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการ และในระยะเวลาที่กำหนด

5.3 ปัญหาที่พบในการทำโครงการนี้

ปัญหาที่ประสบจากการทำโครงการนี้ในช่วงแรก คือ ขาดความรู้และประสบการณ์ในการทำงานทางด้านการใช้โปรแกรม Visual Basic 2005 และ ขาดความรู้ในทฤษฎีเพราะไม่เคยศึกษาด้านการควบคุมเครื่องจักรและการสร้างโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นในการทำงานช่วงแรกจึงต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้า

ปัญหาที่ประสบจากการทำโครงการในช่วงที่สอง คือ ความไม่แน่นอนของอุปกรณ์เนื่องจากการทำงานของมอเตอร์มีข้อบกพร่องเช่น ความเร็วรอบไม่ได้ตามต้องการ นั่นคือ แกน Z เคลื่อนที่เข้าไป

5.4 แนวทางในการพัฒนา

แนวทางในการปรับปรุงพัฒนาโครงการนี้ในส่วนของโปรแกรมควรจะออกแบบลักษณะโปรแกรมให้ใช้งานง่ายและมีฟังก์ชันในการทำงานครบถ้วน อาจจะใช้ภาษาในการพัฒนาได้ก็ได้ตามความเหมาะสมสำหรับการสร้างโปรแกรมเพื่อสามารถพัฒนาโปรแกรมได้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้มากที่สุด

แนวทางการพัฒนาการปรับปรุงเครื่องจักรนั้น ควรจะทำการกำหนดขอบเขตในการทำงานของเครื่องจักรอย่างชัดเจนเพื่อกำหนดการออกแบบและปรับปรุงได้ถูกต้อง

เอกสารอ้างอิง

- [1] ธาริน สิทธิธรรมชารี. ประชา พฤษทรัพย์ประเสริฐ สร้างโปรแกรมบน windows ด้วย Visual Basic 6.0. พิมพ์ครั้งที่12. กรุงเทพมหานคร : ชัคเชส มีเดีย. 2548.
- [2] อภิชาติ ภูพลับ. เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อ และควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic. กรุงเทพมหานคร : ดีอีวี บุค. 2546.
- [3] อภิชาติ ภูพลับ. เขียนโปรแกรม Hardware Interface ด้วย VB6. กรุงเทพมหานคร : 2548.
- [4] กิตติ ภักดีวัฒนกุล. จำลอง ครูอุตสาหะ Visual Basic 6 ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่13. กรุงเทพมหานคร : เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์ จำกัด. 2549.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Code
CAD VML

```

var 022103410 = false;
var depth = 1;
document.onbeforeunload = 021603360;
var 026003800 = "default";
var 026303830 = "block";
var 012602460 = "v:";
var 021203320 = ".2";
var 024303630 = "white"
var 013602560 = "2px";
var 018503050 = "#a0a0a0";
var 012502450 = "v:fill";
var 012802480 = "gradient";
var 020403240 = "fill darken(96)";
var 026703870 = "225";
var 025903790 = "div";
var 026803880 = "absolute";
var 015602760 = "6px";
var 016802880 = "nw-resize";
var 025603760 = "hidden";
var 015402740 = "red";
var 025103710 = "025103710";
var 025403740 = "none";
var 026103810 = "crosshair";
var 016402840 = "#555555";
var 026503850 = "auto";
var FF = "ff";
var 024903690 = "relative";

var 021903390 =
"width=300,height=100,top=10,left=10,status=no,toolbar=no,menubar=no,locati
on=no,scrollbars=yes,resizable=yes";

var 022203420 = "<script>>window.onerror = 'new Function(\"return
true;\");</script><span style=\"font-family:'Lucida Console';font-
size:10pt;color:#ccc\"><b>Start 022303430 log ...</b><br>";

var 026403840 = "black";
var 025203720 = "oval";
var 025003700 = "rect";
var 024803680 = "roundrect";
var 024403640 = "textarea";
var 013402540 = "#004060";
var 012902490 = "#d0d0d0";
var 013002500 = "0px solid #000";
var 025503750 = "Lucida Console";
var 021103310 = "8pt";
var 018903090 = "Trebuchet MS";

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


```

var O22603460 = document.all.clrTbtn;
var O19303130 = document.all.hlpTbtn;
O22603460.click(O23003500);
document.all.plswait.innerText = "";
}

function O12402440() {
O19903190 = this.O12202420;
O19903190.O18203020.onmousedown = O18103010;
O19903190.O15102710.style.display = O26303830;
O19903190.O18203020.style.zIndex = ++depth;
O19903190.O15102710.style.zIndex = ++depth;
if (O20203220) {
this.fillColor = O20103210;
document.body.style.cursor = O26003800;
O20203220 = false;
}
}

function O24603660(O16302830) {
this.O26203820 = 1;
for (x in O16302830) this[x] = O16302830[x];
this.O18203020 = document.createElement(O12602460 +
O13702570[parseInt(this.O24703670)]);
this.O18203020.onclick = O12402440;
this.O18203020.arcsize = O21203320;
if (this.O26603860 != undefined) {
this.O18203020.arcsize = this.O26603860;
}
if (this.Id != undefined) {
this.O18203020.id = this.Id;
}
this.O18203020.strokeColor = O24303630;
this.O18203020.strokeWeight = O13602560;
this.O18203020.fillColor = O18503050;
this.O18203020.O14502650 = O14502650;
this.O18203020.O14302630 = this.O24703670;
this.O18203020.O19703170 = this.O25703770;
this.O18203020.O12202420 = this;
if (this.O25703770 == 1) {
var O20303230 = document.createElement(O12502450);
O20303230.type = O12802480;
O20303230.color2 = O20403240;
O20303230.angle = O26703870;
this.O18203020.appendChild(O20303230);
}
this.O15102710 = document.createElement(O25903790);
this.O15102710.style.position = O26803880;
this.O15102710.style.height = O15602760;
this.O15102710.style.width = O15602760;
this.O15102710.style.cursor = O16802880;
this.O15102710.onmousedown = O15002700;
this.O15102710.style.overflow = O25603760;
this.O15102710.style.backgroundColor = O15402740;
this.O15102710.O12202420 = this;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (020003200) {
    022303430("Loading:" + this.024703670 + ":" + this.025803780 + ":"
+ this.Left + ":" + this.Top + ":" + this.Width + ":" + this.Height);
    this.018203020.fillColor = this.025803780;
    this.018203020.style.pixelTop = parseInt(this.Top);
    this.018203020.style.pixelLeft = parseInt(this.Left);
    this.018203020.style.pixelWidth = parseInt(this.Width);
    this.018203020.style.pixelHeight = parseInt(this.Height);
}
022303430("Just After creating:top:left=" + this.018203020.style.top +
":" + this.018203020.style.left);
document.body.appendChild(this.015102710);
document.body.appendChild(this.018203020);
this.015202720 = 015202720;
this.017802980 = 017802980;
this.025303730 = 025303730;
022303430("2: Just After creating:top:left=" + this.018203020.style.top
+ ":" + this.018203020.style.left);
}
function 025303730() {
    022303430("3: top:left=" + this.018203020.style.top + ":" +
this.018203020.style.left);
    this.024003600 = false;
    this.023803580 = false;
    var x = 0;
    var y = 0;
    var h = this.Height;
    var w = this.Width;
    022303430("Top:Left=" + this.Top + ":" + this.Left);
    y = parseInt(this.Top) + parseInt(document.body.scrollTop);
    x = parseInt(this.Left) + parseInt(document.body.scrollLeft);
    this.015102710.style.display = 026303830;
    this.018203020.style.display = 026303830;
    this.018203020.style.zIndex = ++depth;
    this.015102710.style.zIndex = ++depth;
    this.023303530 = x;
    this.023203520 = y;
    this.023403540 = h;
    this.023103510 = w;
    this.015202720(w, h);
    022303430("32: top:left=" + this.018203020.style.top + ":" +
this.018203020.style.left);
    this.017802980(x, y);
    022303430("33: top:left=" + this.018203020.style.top + ":" +
this.018203020.style.left);
}
function 018103010() {
    if (023903590) return true;
    this.style.zIndex = ++depth;
    this.012202420.015102710.style.zIndex = ++depth;
    this.012202420.018303030 = this.style.pixelTop - event.clientY -
document.body.scrollTop;
    this.012202420.018403040 = this.style.pixelLeft - event.clientX -
document.body.scrollLeft;
    this.012202420.024003600 = true;
    019903190 = this.012202420;
    return false;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function O15002700() {
    this.O12202420.O14902690 = this.O12202420.O18203020.style.pixelHeight -
event.clientY - document.body.scrollTop;
    this.O12202420.O15302730 = this.O12202420.O18203020.style.pixelWidth -
event.clientX - document.body.scrollLeft;
    if (!O23903590) {
        this.O12202420.O18203020.style.zIndex = ++depth;
        this.style.zIndex = ++depth;
    }
    this.O12202420.O23803580 = true;
    O19903190 = this.O12202420;
    return false;
}
function O21503350() {
    if (O23903590) {
        var O16302830 = {
            Top: event.clientY,
            Left: event.clientX,
            Width: 0,
            Height: 0,
            O24703670: O14202620,
            O25703770: O24103610,
            Id: O25103710
        }
        var t = new O24603660(O16302830);
        t.O25303730();
        t.O15102710.onmousedown();
        return;
    }
}
function O21303330() {
    if (O23903590) {
        document.body.style.cursor = O26003800;
        O23903590 = false;
    }
    if (O19903190 == null) return false;
    O19903190.O18203020.onmousedown = null;
    O19903190.O15102710.style.display = O25403740;
    O19903190.O23803580 = false;
    O19903190.O24003600 = false;
}
function O21403340() {
    if (O19903190 == null) return true;
    if (O19903190.O23803580 == false && O19903190.O24003600 == false)
return true;
    if (event.button != 1) {
        O19903190.O23803580 = false;
        O19903190.O24003600 = false;
        return true;
    }
    O19903190.O20803280 = event.clientX + document.body.scrollLeft;
    O19903190.O20703270 = event.clientY + document.body.scrollTop;
    window.setTimeout("O24203620()", 10);
    if (O19903190.O23803580 || O19903190.O24003600) {
        event.returnValue = false;
    }
    return false;
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function O17802980(x, y) {
    x = parseInt(x);
    y = parseInt(y);
    this.O18203020.style.left = x + 'px';
    this.O23303530 = x;
    this.O18203020.style.top = y + 'px';
    this.O23203520 = y;
    this.O15102710.style.left = this.O23303530 + this.O23103510 -
this.O26203820 - this.O15102710.style.pixelWidth;
    this.O15102710.style.top = this.O23203520 + this.O23403540 -
this.O26203820 - this.O15102710.style.pixelHeight;
}
function O15202720(w, h) {
    w = Math.max(w, this.O26203820);
    h = Math.max(h, this.O26203820);
    this.O18203020.style.width = w;
    this.O18203020.style.height = h;
    this.O23103510 = w;
    this.O23403540 = h;
    this.O15102710.style.left = this.O23303530 + this.O23103510 -
this.O26203820 - this.O15102710.style.pixelWidth;
    this.O15102710.style.top = this.O23203520 + this.O23403540 -
this.O26203820 - this.O15102710.style.pixelHeight;
}
function O24203620() {
    if (O19903190 == null) return false;
    if (O19903190.O24003600) {
        var x = O19903190.O20803280 + O19903190.O18403040;
        var y = O19903190.O20703270 + O19903190.O18303030;
        O19903190.O17802980(x, y);
        return false;
    }
    if (O19903190.O23803580) {
        var x = O19903190.O20803280 + O19903190.O15302730;
        var y = O19903190.O20703270 + O19903190.O14902690;
        O19903190.O15202720(x, y);
        return false;
    }
    return true;
}
function O17502950(O19703170) {
    O14202620 = "0";
    O17202920(O19703170);
}
function O17302930(O19703170) {
    O14202620 = "2";
    O17202920(O19703170);
}
function O17402940(O19703170) {
    O14202620 = "1";
    O17202920(O19703170);
}
function O17202920(O19703170) {
    O23903590 = true;
    O24103610 = O19703170;
    document.body.style.cursor = O26103810;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var O23903590 = false;
var O14202620 = null;
var O24103610 = false;
function O15802780() {
    if (O19903190 != null) {
        O19903190.O18203020.style.display = O25403740;
        O19903190.O15102710.style.display = O25403740;
        O19903190 = null;
    }
}
var n = 8;
var sp = 256 / n;
var sx = 16;
var sy = 16;
O22303430("O13802580 O22803480");
var O22803480 = document.createElement(O25903790);
O22803480.style.backgroundColor = O16402840;
O22803480.style.position = O26803880;
O22803480.style.display = O25403740;
O22803480.style.overflow = "hidden";
O22803480.style.pixelTop = 0;
O22803480.style.pixelWidth = 163;
O22803480.style.pixelLeft = document.body.clientWidth -
O22803480.style.pixelWidth;
O22803480.style.pixelHeight = 230;

var O23603560 = document.createElement(O25903790);
O23603560.style.overflow = "hidden";

var O23703570 = new Array("black", "navy", "teal", "green", "olive",
"maroon", "purple", "#aaa", "#444", "blue", "aqua", "lime", "yellow", "red",
"fuchsia", "white");
for (var k = 0; k < O23703570.length; k++) {
    var O23003500 = document.createElement(O12602460 + O24803680);
    O23003500.strokeColor = O24303630;
    O23003500.style.pixelWidth = 18;
    O23003500.style.pixelHeight = 18;
    O23003500.style.position = O24903690;
    O23003500.onmousedown = O22903490;
    O23003500.arcsize = O21203320;
    O23003500.fillColor = O23703570[k];
    O23003500.title = O23003500.fillColor;
    O23003500.innerHTML = vGradientFill;
    O23603560.appendChild(O23003500);
}

this.O22803480.appendChild(O23603560);
var O21803380 = document.createElement(O25903790);
O21803380.style.overflow = "hidden";
O21803380.style.position = O24903690;
O21803380.style.pixelHeight = 190;
O21803380.style.pixelTop = 2;
var O16102810 = document.createElement("Button");
O16102810.innerHTML = "<span style='color:#f00;position:relative;top:-5px;font-family:'Webdings';font-size:'10pt';'>6</span>";
O16102810.style.pixelWidth = O22803480.style.pixelWidth / 2 - 1;
O16102810.style.pixelHeight = 12;
O16102810.style.borderWidth = 1;
O16102810.style.marginTop = 0;
O16102810.onclick = O16002800;
O21803380.appendChild(O16102810);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var O17002900 = document.createElement("Button");
O17002900.innerHTML = "<span style=\"color:#f00;position:relative;top:-5px;font-family:'Webdings';font-size:'10pt';\">5</span>";
O17002900.style.pixelWidth = O22803480.style.pixelWidth / 2 - 1;
O17002900.style.pixelTop = 0;
O17002900.style.pixelHeight = 12;
O17002900.style.borderWidth = 1;
O17002900.onclick = O16902890;
O21803380.appendChild(O17002900);
O22303430("O13802580 loops");
for (var k = 0; k < n + 1; k++) {
    var O18003000 = document.createElement(O25903790);
    O18003000.id = "O18003000" + k;
    O18003000.style.display = O25403740;
    O18003000.style.pixelWidth = 165;
    O18003000.style.pixelHeight = 175;
    var kc = k == n ? FF: O16602860((k * sp).toString(16));
    for (var i = 0; i < n + 1; i++) {
        var ic = i == n ? FF: O16602860((i * sp).toString(16));
        for (var j = 0; j < n + 1; j++) {
            var jc = j == n ? FF: O16602860((j * sp).toString(16));
            var O23003500 = document.createElement(O12602460 + O24803680);
            O23003500.strokeColor = O24303630;
            O23003500.style.pixelWidth = sx;
            O23003500.style.pixelHeight = sy;
            O23003500.style.position = O24903690;
            O23003500.onmousedown = O22903490;
            O23003500.arcsize = O21203320;
            O23003500.fillColor = "#" + kc + ic + jc;
            O23003500.title = O23003500.fillColor.substring(1);
            O23003500.innerHTML = vGradientFill;
            O18003000.appendChild(O23003500);
        }
    }
    O21803380.appendChild(O18003000);
}
O22303430("adding detail");
this.O22803480.appendChild(O21803380);
document.body.appendChild(O22803480);
O22303430("calling O16902890");
O16902890();
var O22503450 = undefined;
function O16902890() {
    if (O22503450 == undefined) {
        O22503450 = 0;
        document.all.O180030000.style.display = O26303830;
    } else {
        eval("document.all.O18003000" + O22503450 + ".style.display = O25403740;");
        O22503450++;
        if (O22503450 >= 8) O22503450 = 0;
        eval("document.all.O18003000" + O22503450 + ".style.display = O26303830;");
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function O16002800() {
    if (O22503450 == undefined) {
        O22503450 = 0;
        document.all.O180030000.style.display = O26303830;
    } else {
        eval("document.all.O18003000" + O22503450 + ".style.display =
O25403740;");
        O22503450--;
        if (O22503450 < 0) O22503450 = 8;
        eval("document.all.O18003000" + O22503450 + ".style.display =
O26303830;");
    }
}
function O16602860(c) {
    if (c.length < 2) {
        return "0" + c;
    }
    return c;
}
var O22003400 = null;
var O19903190 = null;
if (O22103410) {
    O22003400 = window.open("", "", O21903390);
    document.body.focus();
    O22003400.document.write(O22203420);
    O22003400.document.body.b020103210 = O26403840;
}
document.onmousemove = O21403340;
document.onmouseup = O21303330;
document.onmousedown = O21503350;
document.body.onresize = O15502750;
var O13702570 = new Array(O25203720, O25003700, O24803680);
var O17602960 = {
    oval: "0",
    rect: "1",
    roundrect: "2"
};
var O13502550 = document.createElement(O24403640);
O13502550.style.position = O26803880;
O13502550.style.backgroundColor = O13402540;
O13502550.style.color = O12902490;
O13502550.style.display = O25403740;
O13502550.style.overflow = O26503850;
O13502550.style.pixelWidth = 216;
O13502550.style.fontFamily = O25503750;
O13502550.style.fontSize = O21103310;
O13502550.style.border = O13002500;
O13502550.style.pixelLeft = 0;
O13502550.style.pixelTop = 24;
O13502550.wrap = "off";
O13502550.style.pixelWidth = document.body.clientWidth -
document.body.scrollLeft;
O13502550.style.pixelHeight = document.body.clientHeight -
document.body.scrollTop - O13502550.style.pixelTop;
document.body.appendChild(O13502550);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var O16302830 = {
  Top: document.body.clientHeight - 310,
  Left: 10,
  Width: 560,
  Height: 300,
  O24703670: "2",
  O25703770: 0,
  O26603860: ".05",
  Id: "Help"
}
var O19203120 = document.createElement("span");
O19203120.style.fontFamily = O18903090;
O19203120.style.fontSize = O21103310;
O19203120.style.right = "10px";
O19203120.style.top = "5px";
O19203120.style.position = O24903690;
O19203120.innerHTML = O19003100;
var O19103110 = new O24603660(O16302830);
O19103110.O18203020.appendChild(O19203120);
O19103110.O25303730();
O19103110.O18203020.style.display = O25403740;
O19103110.O15102710.style.display = O25403740;
var O20103210 = O24303630;
var O20203220 = false;
function O22903490() {
  document.body.style.cursor = "hand";
  O20103210 = this.fillColor;
  O20203220 = true;
}
function O15502750() {
  O19103110.O18203020.style.pixelTop = document.body.clientHeight -
O19103110.O18203020.style.pixelHeight - 12;
  O22803480.style.pixelLeft = document.body.clientWidth -
document.body.scrollLeft - O22803480.style.pixelWidth;
  O13502550.style.pixelWidth = document.body.clientWidth -
document.body.scrollLeft;
  O13502550.style.pixelHeight = document.body.clientHeight -
document.body.scrollTop - O13502550.style.pixelTop;
}
var O13302530 = null;
function O14102610(e) {
  O22303430("e.style=" + e.style);
  O13202520(e);
  if (O22803480.style.display == O25403740) {
    O22803480.style.display = O26303830;
  } else {
    O22803480.style.display = O25403740;
  }
}
function O14002600(e) {
  O13202520(e);
  if (O19103110.O18203020.style.display == O25403740) {
    O19103110.O18203020.style.display = O26303830;
    O19103110.O15102710.style.display = O26303830;
    O19103110.O18203020.style.zIndex = ++depth;
  } else {
    O19103110.O18203020.style.display = O25403740;
    O19103110.O15102710.style.display = O25403740;
  }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

function O13902590(e) {
  O13202520(e);
  if (O13502550.style.display == O25403740) {
    O13502550.style.display = O26303830;
    O13502550.style.zIndex = ++depth;
  } else {
    O13502550.style.display = O25403740;
  }
}
function O13202520(btn) {
  if (btn.style.backgroundColor == btn.resetBg) {
    O19403140(btn);
  } else {
    O15702770(btn);
  }
}
function O12702470(btn) {
  O22303430("btn=" + btn.style);
  if (O13302530 == btn) {
    O15702770(btn);
    O13302530 = null;
  } else {
    if (O13302530 != null && O13302530 != undefined) {
      O15702770(O13302530);
    }
    O19403140(btn);
    O13302530 = btn;
  }
}
function O15702770(btn) {
  O22303430("O15702770:btn.resetBg=" + btn.resetBg);
  btn.style.backgroundColor = btn.resetBg;
  btn.style.border = "1px solid " + btn.resetBg;
}
function O19403140(btn) {
  O22303430("O19403140:btn.hiBg=" + btn.hiBg);
  btn.style.backgroundColor = btn.hiBg;
  btn.style.border = "1px inset #eff";
}
function O14702670() {
  var O16202820 = document.all.O25103710;
  var O22403440 = "";
  O22403440 += O20503250;
  if (O16202820 != undefined) {
    if (O16202820.length == undefined) {
      if (O16202820.style.display != O25403740) {
        O22403440 += O16202820.O14502650();
      }
    } else {
      for (var i = 0; i < O16202820.length; i++) {
        if (O16202820[i].style.display != O25403740) {
          O22403440 += O16202820[i].O14502650();
          if (i < O16202820.length - 1) {
            O22403440 += "\n";
          }
        }
      }
    }
  }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

022403440 += 020603260;
    window.open("AddTask.aspx?vmlspec="+escape(022403440), "_self");
    /*013502550.innerText = 022403440;
    if (013502550.style.display == 025403740) {
        document.all.txtTbtn.click(document.all.txtTbtn);
    }*/
}
function 022703470() {
    if (019903190 == null || 019903190.Id == "Help") {
        return;
    }
    var 016302830 = {
        Top: 019903190.018203020.style.pixelTop + 20,
        Left: 019903190.018203020.style.pixelLeft + 20,
        Width: 019903190.018203020.style.pixelWidth,
        Height: 019903190.018203020.style.pixelHeight,
        024703670: 019903190.024703670,
        025703770: 019903190.025703770,
        Id: 025103710
    }
    var 017102910 = new 024603660(016302830);
    017102910.018203020.fillColor = 019903190.018203020.fillColor;
    017102910.025303730();
    019903190 = 017102910;
    019903190.018203020.click();
}
function 021003300() {
    var 016202820 = document.all.025103710;
    if (016202820 != undefined) {
        if (!confirm(020903290)) {
            return;
        }
        if (016202820.length == undefined) {
            016202820.style.display = 025403740;
        } else {
            for (var i = 0; i < 016202820.length; i++) {
                016202820[i].style.display = 025403740;
            }
        }
    }
}
function 019803180(022403440, 013802580, delim) {
    var j = 022403440.indexOf(013802580);
    var k = 022403440.indexOf(delim, j);
    var 014802680 = 022403440.substring(j + 013802580.length, k);
    if (014802680.charAt(0) == "\\") 014802680 = 014802680.substring(1);
    if (014802680.charAt(014802680.length - 1) == "\\") 014802680 =
014802680.substring(0, 014802680.length - 1);
    return 014802680;
}
function 018703070() {
    var 013102510 = document.all.txtTbtn;
    013102510.click(013102510);
    022303430("111");
    021003300();
    020003200 = true;
    var 022403440 = 013502550.innerText;
    var 018803080 = 022403440.split("\n");
    022303430("2222");
    for (var i = 0; i < 018803080.length; i++) {
        var 013802580 = "<v:";
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if (O18803080[i].indexOf(O13802580) != 0) continue;
O22303430("3333");
var n = O18803080[i].indexOf("<v:fill");
var v = O18803080[i];
if (n != -1) {
    v = O18803080[i].substring(0, n);
}
O22303430("3333-1");
var sh = O19803180(v, O13802580, " ");
var fc = O19803180(v, "fillcolor=", " ");
var gd = 0;
if (O18803080[i].indexOf("type=\"gradient\"") != -1) {
    gd = 1;
}
O22303430("4444");
var fc = O19803180(v, "fillcolor=", " ");
var lt = O19803180(v, "left:", ";");
var tp = O19803180(v, "top:", ";");
var wd = O19803180(v, "width:", ";");
var ht = O19803180(v, "height:", ";");
O22303430("O15902790=" + lt + ":" + tp + ":" + wd + ":" + ht + ":"
+ sh + ":" + gd + ":" + fc);
var O16302830 = {
    Left: lt,
    Top: tp,
    Width: wd,
    Height: ht,
    O24703670: O17602960[sh],
    O25703770: gd,
    O25803780: fc,
    Id: O25103710
}
var O12202420 = new O24603660(O16302830);
O22303430("5555");
O12202420.O25303730();
O12202420.O15102710.style.display = O25403740;
}
O22303430("6666");
O20003200 = false;
}
function O18603060() {
    O21003300();
    O20003200 = true;
    var O22403440 = O13502550.innerText;
    var O16702870 = O22403440.split("\n");
    for (var i = 0; i < O16702870.length; i++) {
        var O15902790 = O16702870[i].split(",");
        O22303430("O15902790=" + O15902790[0] + ":" + O15902790[1] + ":" +
O15902790[2] + ":" + O15902790[3] + ":" + O15902790[4] + ":" + O15902790[5]
+ ":" + O15902790[6]);
        var O16302830 = {
            Left: O15902790[0],
            Top: O15902790[1],
            Width: O15902790[2],
            Height: O15902790[3],
            O24703670: O15902790[4],
            O25703770: parseInt(O15902790[5]),
            O25803780: O15902790[6],
            Id: O25103710
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

var O12202420 = new O24603660(O16302830);
    O12202420.O25303730();
    O12202420.O15102710.style.display = O25403740;
}
O20003200 = false;
O22303430("test");
}
function O14502650() {
    var str = "<v:" + O13702570[parseInt(this.O14302630)] + "
strokecolor=\white\" strokeweight=\2px\" \" + \" fillcolor=\\" +
this.fillColor + \"\";
    if (this.O14302630 == \"2\") {
        str += \" arcsize=\.2\";
    }
    str+=\" fill=\0\" \"
    str+=\"x=\\"+(this.style.pixelLeft/10)+\"\"
y=\\"+(this.style.pixelTop/10)+\"\" \"
    str+=\"x2=\\"+((this.style.pixelLeft+this.style.pixelWidth)/10)+\"\"
y2=\\"+((this.style.pixelTop+this.style.pixelHeight)/10)+\"\" \"
    str+= \" style=\top:\" + this.style.pixelTop + \";left:\" +
this.style.pixelLeft + \";width:\" + this.style.pixelWidth + \";height:\" +
this.style.pixelHeight + \";\>\";
    if (this.O19703170 == 1) {
        str += \"<v:fill type=\gradient\".color2=\fill darken(140)\
angle=\225\"/>\";
    }
    str += \"</v:\" + O13702570[parseInt(this.O14302630)] + \">\";
    return str;
}
function O14402640() {
    var str = O16502850(this.style.pixelLeft) + \",\" +
O16502850(this.style.pixelTop) + \",\" + O16502850(this.style.pixelWidth) +
\",\" + O16502850(this.style.pixelHeight) + \",\" + this.O14302630 + \",\" +
this.O19703170 + \",\" + this.fillColor;
    O22303430(\"str=\" + str);
    return str;
}
function O16502850(n) {
    if (n < 10) return \" \" + n;
    if (n < 100) return \" \" + n;
    return n;
}
function O22303430(msg) {
    try {
        O22003400.document.write(msg + \"<br>\");
    } catch(exception) {}
}
var O20003200 = false;
function O14602660() {
    O13502550.innerText = O19503150;
    O18603060();
}
function O21603360() {
    try {
        O22303430(\"closing\");
        O22003400.close();
    } catch(exception) {}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function O17702970() {  
    this.style.borderTopColor = "#fff";  
    this.style.borderLeftColor = "#fff";  
    this.style.borderBottomColor = "#048";  
    this.style.borderRightColor = "#048";  
}  
function O17902990() {  
    this.style.borderColor = "#c7dceb";  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรมควบคุมการทำงาน CNC

"Shape"

```

Imports System.Math
Imports System.xml

Public Module Shape

    Public Class VMLPoint
        Protected fX As Double
        Protected fY As Double
        Sub New(ByVal aX As Double, ByVal aY As Double)
            fX = aX
            fY = aY
        End Sub

        Sub New(ByVal aX As String, ByVal aY As String)
            fX = Double.Parse(aX)
            fY = Double.Parse(aY)
        End Sub

        Function X() As Double
            Return fX
        End Function

        Function Y() As Double
            Return fY
        End Function

        Function ToGCode() As String
            Return "X=" + fX.ToString + ".Y=" + fY.ToString
        End Function

        Function DistanceFrom(ByVal aPoint As VMLPoint) As Double
            Return Sqrt((aPoint.X() - fX) ^ 2 + (aPoint.Y() - fY) ^ 2)
        End Function

    End Class

    Public MustInherit Class VMLShape
        Protected fNode As XmlNode
        Protected fPointArray As New ArrayList
        Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
            fNode = VMLNode
            CreatePointArray()
        End Sub

        Overridable Sub CreatePointArray()
        End Sub

        Overridable Function Prefix() As String
            Return vbTab
        End Function

        Function ToGCode() As String
            Dim tmp As String = ""

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim I As Integer
If fPointArray.Count > 0 Then
    tmp += Prefix() + fPointArray(0).ToGCode + vbCrLf
    tmp += Prefix() + "  Z=-1" + vbCrLf
    For I = 1 To fPointArray.Count - 1
        tmp += Prefix() + fPointArray(I).ToGCode + vbCrLf
    Next
    tmp += Prefix() + "  Z=1"
Else
    tmp = "No Points"
End If
Return tmp
End Function

Function ToVMLPath(ByRef index As Integer) As String
Dim tmp As String = ""
For Each Obj As VMLPoint In fPointArray
    If index = 0 Then
        tmp += "m"
    ElseIf index = 1 Then
        tmp += " l"
    Else
        tmp += ", "
    End If
    tmp += Cint(Round(Obj.X * 10)).ToString + ", " +
Cint(Round(Obj.Y * 10)).ToString
    index += 1
Next
Return Tmp
End Function

Function CalDistance(Optional ByVal startPoint As Integer = 0,
Optional ByVal endPoint As Integer = -1) As Double
Dim I As Integer
Dim totalDistance As Double
If endPoint = -1 Then
    endPoint = fPointArray.Count - 1
Else
    endPoint = Min(fPointArray.Count - 1, endPoint)
End If
If startPoint > endPoint Then
    Throw New Exception("Error: Starting Point must less than
Ending Point")
End If
Dim lastPoint As VMLPoint = fPointArray(startPoint)
Dim thisPoint As VMLPoint
For I = startPoint + 1 To endPoint
    thisPoint = fPointArray(I)
    ' Cal Distance between lastPoint and Current Point
    totalDistance += thisPoint.DistanceFrom(lastPoint)
    lastPoint = thisPoint
Next
Return totalDistance
End Function

Protected fPosition As Integer = -2

Function GetPosition() As Integer
Return fPosition
End Function

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Public Overridable Function GetStatusAsHTML() As String
    Dim tmp As String = ""
    Dim i As Integer
    tmp += "<table border=1><tr>"
    If fPosition = -1 Then
        tmp += "<td bgcolor=red>" + fPointArray(0).ToGCode()
    Else
        tmp += "<td>" + fPointArray(0).ToGCode()
    End If
    If fPosition = 0 Then
        tmp += "<td bgcolor=red>z=-1"
    Else
        tmp += "<td>z=-1"
    End If
    For i = 1 To fPointArray.Count - 1
        If fPosition = i Then
            tmp += "<td bgcolor=red>"
        Else
            tmp += "<td>"
        End If
        tmp += fPointArray(i).ToGCode + "</tr>"
    Next
    If fPosition = fPointArray.Count Then
        tmp += "<td bgcolor=red>z=1"
    Else
        tmp += "<td>z=1"
    End If
    tmp += "</tr></table>"
    Return tmp
End Function

Sub CallCNC(ByVal aCNC As CommonCNC)
    If fPointArray.Count > 0 Then
        With fPointArray(0)
            fPosition = -1
            aCNC.MovePin(.X, .Y, 1)
            fPosition = 0
            aCNC.MovePin(.X, .Y, +1)
        End With
        'fPosition = -1
        'aCNC.MovePin(fPointArray(0).X, fPointArray(0).Y, 1)
        'fPosition = 0
        'aCNC.MovePin(fPointArray(0).X, fPointArray(0).Y, -1)
        For fPosition = 1 To fPointArray.Count - 1
            With fPointArray(fPosition)
                aCNC.MovePin(.X, .Y, -1)
            End With
        Next
        With fPointArray(fPointArray.Count - 1)
            aCNC.MovePin(.X, .Y, 1)
        End With
        fPosition += 1
    End If
End Sub

End Class

Public Class VMLLine
    Inherits VMLShape
    Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
        MyBase.New(VMLNode)
    End Sub
End Class

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    End Sub
    Overrides Sub CreatePointArray()
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x").Value,
fNode.Attributes("y").Value))
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x2").Value,
fNode.Attributes("y2").Value))
    End Sub

End Class

Public Class VMLRect
    Inherits VMLShape
    Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
        MyBase.New(VMLNode)
    End Sub
    Overrides Sub CreatePointArray()
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x").Value,
fNode.Attributes("y").Value))
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x2").Value,
fNode.Attributes("y").Value))
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x2").Value,
fNode.Attributes("y2").Value))
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x").Value,
fNode.Attributes("y2").Value))
        fPointArray.Add(New VMLPoint(fNode.Attributes("x").Value,
fNode.Attributes("y").Value))
    End Sub
End Class

Public Class VMLFillRect
    Inherits VMLRect
    Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
        MyBase.New(VMLNode)
    End Sub
    Overrides Sub CreatePointArray()
        Throw New Exception("Not Implementation")
    End Sub
End Class

Public Class VMLOval
    Inherits VMLShape
    Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
        MyBase.New(VMLNode)
    End Sub
    Overrides Sub CreatePointArray()
        Dim cx, cy, x, y, x2, y2, r1, r2, s, o, j As Double
        Dim i As Integer
        x = Double.Parse(fNode.Attributes("x").Value)
        y = Double.Parse(fNode.Attributes("y").Value)
        x2 = Double.Parse(fNode.Attributes("x2").Value) ' x axis
        y2 = Double.Parse(fNode.Attributes("y2").Value) ' y axis
        cx = (x + x2) / 2
        cy = (y + y2) / 2
        r1 = x2 - cx
        r2 = y2 - cy
        If fNode.Attributes("step") Is Nothing Then
            s = 100
        Else
            s = Double.Parse(fNode.Attributes("step").Value)
        End If
    End Sub
End Class

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        o = 2 * (PI) / s
        j = 0
        For i = 1 To s + 1
            fPointArray.Add(New VMLPoint(cx + r1 * Cos(j), cy + r2 *
Sin(j)))
            j = j + o
        Next
    End Sub
End Class

Public Class VMLFillOval
    Inherits VMLOval
    Sub New(ByVal VMLNode As XmlNode)
        MyBase.New(VMLNode)
    End Sub
    Overrides Sub CreatePointArray()
        Throw New Exception("Not Implementation")
    End Sub
End Class

Public Function CreateVMLShape(ByVal aNode As XmlNode)
    Dim isFilled As Boolean
    isFilled = (aNode.Attributes("fill").Value = "1")
    If aNode.Name = "v:line" Then
        Return New VMLLine(aNode)
    ElseIf aNode.Name = "v:rect" Then
        If isFilled Then
            Return New VMLFillRect(aNode)
        Else
            Return New VMLRect(aNode)
        End If
    ElseIf aNode.Name = "v:oval" Then
        If isFilled Then
            Return New VMLFillOval(aNode)
        Else
            Return New VMLOval(aNode)
        End If
    End If
    Throw New Exception("Not support " + aNode.Name)
End Function

End Module

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“CNC”

```
Imports System.Threading
Imports System.Math
Imports ElixirScripting

Public Module CNC

    Public Class Clock

        Protected fTimer As New ElixirScripting.Scripting

        Sub Delay(ByVal Sec As Double) ' Delay in sec
            Dim t1 As Double = fTimer.Time
            Dim t2 As Double
            While True
                t2 = fTimer.Time
                If t2 - t1 >= Sec Then
                    Exit While
                End If
                Thread.Sleep(0)
            End While
        End Sub
    End Class

    Public MustInherit Class CommonCNC
        Protected fSpeed As Double

        Sub New()
            fSpeed = 10
        End Sub

        Overridable Function X() As Double
        End Function

        Overridable Function Y() As Double
        End Function

        Overridable Function Z() As Double
        End Function

        Protected fDistance As Double = 0

        Overridable Function GetDistance() As Double
            Return fDistance
        End Function

        Function CalTimeUsage(ByVal Distance As Double) As Double
            Return Distance / fSpeed
        End Function

        Sub MovePin(ByVal aX As Double, ByVal aY As Double, ByVal aZ As
Double)
            'Round(aX, 3, MidpointRounding.AwayFromZero)
            DoMovePin(aX, aY, aZ)
            'fDistance += Sqrt(X() - aX) ^ 2 + (Y() - aY) ^ 2
        End Sub
    End Class
End Module
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Protected Overridable Sub DoMovePin(ByVal X As Double, ByVal Y As
Double, ByVal Z As Double)
End Sub
End Class

Public Class DummyCNC
Inherits CommonCNC
Protected fX As Double = 0
Protected fY As Double = 0
Protected fZ As Double = 1
Protected fDelay

Sub New(Optional ByVal Delay As Integer = 1 * 100)
fDelay = Delay
End Sub

Overrides Function X() As Double
Return fX
End Function

Overrides Function Y() As Double
Return fY
End Function

Overrides Function Z() As Double
Return fZ
End Function

Protected Overrides Sub DoMovePin(ByVal X As Double, ByVal Y As
Double, ByVal Z As Double)
Console.WriteLine("move pin to(" + X.ToString + "," +
Y.ToString + "," + Z.ToString + ")") + vbCrLf)
Thread.Sleep(fDelay)
fX = X
fY = Y
fZ = Z
End Sub
End Class

Public Class CommonCNCEX
Inherits CommonCNC

Protected fClock As New Clock()
Protected fFreq As Integer
Protected fDelay As Double
Protected fAtomStep As Double = 3 / 200
Protected fX As Integer = 0
Protected fY As Integer = 0
Protected fZ As Integer = 1

Sub New(ByVal aFreq As Integer) ' Freq = 1 to 1000
If aFreq < 1 Then
Throw New Exception("Freq must greater than 0")
End If
If aFreq > 1000 Then
Throw New Exception("Freq must less than or equal to 1000")
End If
fDelay = 1 / aFreq
End Sub

Overrides Function X() As Double

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    Return fX * fAtomStep
End Function

Overrides Function Y() As Double
    Return fY * fAtomStep
End Function

Overrides Function Z() As Double
    Return fZ
End Function

Protected Overridable Sub PinUp()

End Sub

Protected Overridable Sub PinDown()

End Sub

Protected Overridable Sub MoveUp()

End Sub

Protected Overridable Sub MoveDown()

End Sub

Protected Overridable Sub MoveRight()

End Sub

Protected Overridable Sub MoveLeft()

End Sub

Protected Overridable Sub ResetPulse()

End Sub

Protected Overridable Sub GenPulse()

End Sub

Protected Overridable Sub Move(ByVal DX As Integer, ByVal DY As
Integer)
    fX += DX
    fY += DY
    If DX = 1 Then
        MoveRight()
    ElseIf DX = -1 Then
        MoveLeft()
    End If
    If DY = 1 Then
        MoveUp()

    ElseIf DY = -1 Then
        MoveDown()
    End If
    Console.WriteLine("    Delay " + fDelay.ToString + "sec")
    GenPulse()
    fClock.Delay(fDelay)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ResetPulse()
Console.WriteLine("    Delay " + fDelay.ToString + "sec")
fClock.Delay(fDelay)
End Sub

Protected Sub MovePinUsingPittewayAlgo(ByVal XStep As Integer,
ByVal YStep As Integer)
    Console.WriteLine("Move " + XStep.ToString + ", " +
YStep.ToString)
    Dim dx = XStep
    Dim dy = YStep

    'Initialisations
    Dim adx = Abs(dx) ' Absolute values of distances
    Dim ady = Abs(dy)
    Dim sdx = Sign(dx) ' Sign of distances
    Dim sdy = Sign(dy)
    Dim pdx, pdy As Integer
    Dim ddx, ddy As Integer
    Dim ef, es As Integer
    Dim err As Double
    Dim i As Integer

    If adx > ady Then
        ' x is fast direction
        pdx = sdx : pdy = 0 ' pd. is parallel step
        ddx = sdx : ddy = sdy ' dd. is diagonal step
        ef = ady : es = adx ' error steps fast, slow
    Else
        ' y is fast direction
        pdx = 0 : pdy = sdy ' pd. is parallel step
        ddx = sdx : ddy = sdy ' dd. is diagonal step
        ef = adx : es = ady ' error steps fast, slow
    End If

    Dim X = 0
    Dim Y = 0
    ''SETPIXEL(X, Y)
    err = es / 2

    'Pixel loop: always a step in fast direction, every now and
then also one in slow direction
    For i = 1 To es ' es also is the count of pixels to be
drawn
        'update error term
        err = err - ef
        If err < 0 Then
            err = err + es ' make error term positive (>=0) again
            'step in both slow and fast direction
            'X = X() + ddx : Y = Y() + ddy ' Diagonal step
            Move(ddx, ddy)
        Else
            'step in fast direction
            'X = X() + pdx : Y = Y() + pdy ' Parallel step
            Move(pdx, pdy)
        End If
        ''SETPIXEL(X, Y)
    Next
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Protected Overrides Sub DoMovePin(ByVal aX As Double, ByVal aY As
Double, ByVal aZ As Double)
    If aZ <> fZ Then
        If fZ = -1 And aZ = 1 Then
            PinUp()
        ElseIf fZ = 1 And aZ = -1 Then
            PinDown()
        Else
            Throw New Exception("Not Support G-code z=" +
fZ.ToString + "," + aZ.ToString)
        End If
    End If
    Console.WriteLine(vbCrLf + "move pin to(" + aX.ToString + "," +
aY.ToString + "," + aZ.ToString + ")")
    MovePinUsingPittewayAlgo(CInt(Round((aX - X()) / fAtomStep)),
CInt(Round((aY - Y()) / fAtomStep)))
End Sub
End Class

Public Class VisualCNC
    Inherits CommonCNCEX
    Protected fVMLPath As String = ""
    Protected fPointIndex As Integer = 0
    Sub New(ByVal aFreq As Integer) ' Freq = 1 to 1000
        MyBase.New(aFreq)
    End Sub

    Function ToVMLPath() As String
        Return "m0,0 1" + fVMLPath + " e"
    End Function

    Protected Overrides Sub ResetPulse()
        If fPointIndex > 0 Then
            fVMLPath += ","
        End If
        fVMLPath += CInt(Round(10 * X())).ToString + "," +
CInt(Round(10 * Y())).ToString
        fPointIndex += 1
    End Sub

End Class

Public Class ConsoleCNC
    Inherits CommonCNCEX

    Sub New(ByVal aFreq As Integer) ' Freq = 1 to 1000
        MyBase.New(aFreq)
    End Sub

    Protected Overrides Sub ResetPulse()
        Console.Write(":-StepTo " + X.ToString + "," + Y.ToString +
vbCrLf)
    End Sub

    Protected Overrides Sub MoveUp()
        Console.Write(" Up")
    End Sub

    Protected Overrides Sub MoveDown()
        Console.Write(" Down")
    End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Protected Overrides Sub MoveRight()
    Console.Write(" Right")
End Sub

Protected Overrides Sub MoveLeft()
    Console.WriteLine(" Left")
End Sub

End Class

Public Class SmartCNC2007
    Inherits CommonCNCEX
    Protected fPort As New ParalellPortUsingIO32(&H378)
    Sub New(ByVal aFreq As Integer) ' Freq = 1 to 1000
        MyBase.New(aFreq)
    End Sub

    Protected Overrides Sub Move(ByVal DX As Integer, ByVal DY As
Integer)
        Dim Phase1 As Short = 0
        Dim Phase2 As Short = 0
        fX += DX
        fY += DY
        If DX = 1 Then
            Phase1 = 3
            Phase2 = 2
        ElseIf DX = -1 Then
            Phase1 = 1
            Phase2 = 0
        End If
        If DY = 1 Then
            Phase1 += 12
            Phase2 += 8
        ElseIf DY = -1 Then
            Phase1 += 4
            Phase2 += 0
        End If
        fPort.Send(Phase1)
        fClock.Delay(fDelay)
        fPort.Send(Phase2)
        fClock.Delay(fDelay)
    End Sub

    Protected Overrides Sub PinUp()
        fPort.Send(&H16)
        fClock.Delay(fDelay)
        fPort.Send(&H0)
        fClock.Delay(fDelay)
    End Sub

    Protected Overrides Sub Pindown()
        fPort.Send(&H48)
        fClock.Delay(fDelay)
        fPort.Send(&H32)
        fClock.Delay(fDelay)
    End Sub
End Class

End Module

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Task”

```

Dim tmp As String = ""
    For Each Obj In fShapes
        tmp += I.ToString + ":" + Obj.ToGCode + vbCrLf + vbCrLf
        I += 1
    Next
    Return tmp
End Function

Public Overridable Function GetStatusAsHTML() As String
    Throw New Exception("Please define GetStatusAsHTML")
End Function

Function CalPassedDistance() As Double
    Return fCNC.GetDistance() - fInitDistance
End Function

Function CallRemainDistance() As Double
    Return CallDistance() - CalPassedDistance()
End Function

Function CallDistance() As Double
    Dim Obj As VMLShape
    Dim totDistance As Double = 0
    For Each Obj In fShapes
        totDistance += Obj.CalDistance
    Next
    Return totDistance
End Function
End Class

Public Class VMLCNCTask
    Inherits CommonCNCTask

    Sub New(ByVal TaskSpec)
        MyBase.New(TaskSpec)
    End Sub

    Function GetStatusAsHTML2() As String
        Dim obj As VMLShape
        Dim i As Integer = 0
        Dim tmp As String = ""
        tmp += "<table border=1>"
        For Each obj In fShapes
            tmp += "<tr>"
            If fCurShape = i Then
                tmp += "<td bgcolor=yellow>"
            Else
                tmp += "<td>"
            End If
            tmp += obj.GetStatusAsHTML + "</td></tr>"

            i += 1
        Next
        tmp += "</table>"
        Return tmp
    End Function

    Overrides Function GetStatusAsHTML() As String

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Dim obj As VMLShape
Dim i As Integer = 0
Dim pointIndex As Integer = 0
Dim tmp As String = ""
'tmp += "<span style=""zoom:0.1"">"
tmp += "<v:shape id=nr1 style=""LEFT: 0px; WIDTH: 796px;
POSITION2: absolute; TOP: 0px; HEIGHT: 551px; antialias: true"" coordsize =
""796,551"" filled = ""f"" strokecolor = ""black"" strokeweight = ""1pt""
path = "" "
    tmp += "m0,0 11000,0,1000,1000,0,1000,0,0 "
    For Each obj In fShapes
        tmp += obj.ToVMLPath(pointIndex) '"m0,0
10,1000,1000,1000,1000,0,0,0"
    Next
    tmp += "
e""><v:path><v:fill><v:stroke></v:stroke></v:shape>"
'tmp += "</span>"
Return tmp
'dashstyle=""dot""
End Function

Protected Overrides Sub LoadFromSpec(ByVal TaskSpec As String)
Dim vml As New XmlDocument
Dim obj As XmlNode
vml.LoadXml(TaskSpec)
For Each obj In vml.ChildNodes(0).ChildNodes(1).ChildNodes
AddShapes(CreateVMLShape(obj))
Next
End Sub
End Class

Public Class CNCTaskManager
Protected fTasks As New ArrayList
Protected fcNCs As New ArrayList
Protected fworker As Thread

Public Sub AddTask(ByVal aTask As CommonCNCTask)
fTasks.Add(aTask)
End Sub

Function Tasks(ByVal Index As Integer) As CommonCNCTask
If Index < 0 Or Index >= fTasks.Count Then
Return Nothing
End If
Return fTasks(Index)
End Function

Public Sub ProcessTask()
While True
If fTasks.Count > 0 Then
If fcNCs.Count > 0 Then
fTasks(0).CallCNC(fcNCs(0))
fTasks.RemoveAt(0)
End If
Else
Thread.Sleep(1000)
End If
End While
End Sub

Public Sub AddCNC(ByVal aCNC As CommonCNC)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    If fCNCs.Count = 1 Then
        Throw New Exception("Not support for multi-CNC")
    End If
    fCNCs.Add(aCNC)
    fworker = New Thread(AddressOf ProcessTask)
    'fworker.Priority = ThreadPriority.Highest
    fworker.Start()
End Sub

Function CNCs(ByVal Index As Integer) As CommonCNC
    If Index < 0 Or Index >= fCNCs.Count Then
        Return Nothing
    End If
    Return fCNCs(0)
End Function

Public Function GetTaskList() As String
    Dim tmp As String
    Dim i As Integer = 0
    tmp = "there are " + fTasks.Count.ToString + " task(s)"
    tmp += "<ol>"
    Dim rand As Random = New Random()
    For Each obj As CommonCNCTask In fTasks
        tmp += "<li>"
        tmp += "<span style=""zoom:0.1""
onclick=""window.open('?task=" + i.ToString + "&refresh=" +
rand.Next.ToString + "','_self')""
onmouseover=""this.style.backgroundColor='yellow';""
onmouseout=""this.style.backgroundColor='';"" >"
        tmp += obj.GetStatusAsHTML()
        tmp += "</span>"
        i += 1
    Next
    tmp += "</ol>"
    Return tmp
End Function

End Class

Private fTaskMM As CNCTaskManager
Function CreateCNCTaskManager() As CNCTaskManager
    If fTaskMM Is Nothing Then
        fTaskMM = New CNCTaskManager()
        fTaskMM.AddCNC(New VisualCNC(500))
        'fTaskMM.AddCNC(New SmartCNC2007(20))
    End If
    Return fTaskMM
End Function

End Module

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Task Manager”

```
Partial Class _Default
    Inherits System.Web.UI.Page
End Class
```

```
-----
<%@ Page Language="VB" AutoEventWireup="false"
CodeFile="TaskManage.aspx.vb" Inherits="_Default" %>
<%@ Import Namespace="CADLib" %>

<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" >
<head runat="server">
<xml:namespace ns="urn:schemas-microsoft-com:vml" prefix="v"/>
<style type="text/css">
v\:* { behavior: url(#default#VML);}
</style>
<title>CNC Task Manager</title>
</head>
<body>
<form id="form1" runat="server">
<table width="100%" border="1"><tr><td style="width:150" valign=top>
<%
    Dim TaskMM As CNCTaskManager = CreateCNCTaskManager()
    Response.Write(TaskMM.GetTaskList)
%></td>
<td>
<%
    Dim NeedTaskID As Integer = CInt(Request.QueryString("task"))
    Dim NeedTask As CommonCNCTask
    NeedTask = TaskMM.Tasks(NeedTaskID)
    If Not NeedTask Is Nothing Then
        Response.Write("<span style=""zoom=1"">" +
NeedTask.GetStatusAsHTML + "</span>")
        End If

        'Response.Write("<br><span style=""zoom=1""><y:shape id=pr1
style=""LEFT: 0px; WIDTH: 796px; POSITION2: absolute; TOP: 0px; HEIGHT:
551px"" coordsize = ""796,551"" filled= ""f"" strokecolor = ""black""
strokeweight = ""1pt"" ")
        'Response.Write("path="" + CType(TaskMM.CNCs(0),
VisualCNC).ToVMLPath() + """)
        'Response.Write("
><v:path></v:path><v:fill></v:fill><v:stroke></v:stroke></v:shape></span>")
%>
</td>
</tr>
</table>
</form>
</body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“Add Task.aspx.vb”

```
Imports CADLib
Partial Class AddTask
    Inherits System.Web.UI.Page

    Protected Sub Page_Load(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles Me.Load
        CreateCNCTaskManager.AddTask(New
VMLCNCTask(Request.QueryString("vmlspec")))
        Dim x As New Random()
        Response.Redirect("TaskManage.aspx?refresh=" + x.Next.ToString)
    End Sub
End Class
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุม CNC แบบ Manual Form

Private Declare Function Inp Lib "inpout32.dll" Alias "Inp32" (ByVal PortAddress As Integer) As Integer

Private Declare Sub Out Lib "inpout32.dll" Alias "Out32" (ByVal PortAddress As Integer, ByVal value As Integer)

Private Declare Sub Sleep Lib "kernel32" (ByVal dwMilliseconds As Long)

Public pwrite As Integer

Public pread As Integer

Public n As Integer

Public SelfTimer As Boolean

Public m As Integer

Public X As Double

Public Y As Double

Public Z As Double

Public j As Integer

Public i As Integer

Public tour As Boolean

Public B As Integer

Public A As Double

Public C As Double

Public D As Double

Public E As Double

Public F As Double

Public G As Double

Public AA As Double

Public AB As Double

Public BA As Double

Public BB As Double

Public CA As Double

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Public CB As Double

Public bl As Double

Public c_bl As Double

Private Sub closed_Click(Index As Integer)

End

End Sub

Private Sub Command4_Click()

X = 0

Y = 0

Z = 0

position_x.Caption = X

position_y.Caption = Y

position_z.Caption = Z

End Sub

Private Sub Command6_Click(Index As Integer)

Timer1.Enabled = False

Timer3.Enabled = False

Timer4.Enabled = False

Timer5.Enabled = False

Timer6.Enabled = False

Timer7.Enabled = False

End Sub

Private Sub dec_x_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

AB = 1000

Timer3.Interval = 1

Timer3.Enabled = True ' Timer start

If Option1 Then

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    B = text_jog.Text
End If

    Label11.Caption = B
End Sub

Private Sub dec_x_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y
As Single)
    If m = 0 Then
        Timer3.Interval = 0
        Timer3.Enabled = False ' Timer start
    End If
End Sub

Private Sub dec_y_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single,
Y As Single)
    BB = 1000
    Timer5.Interval = 1
    Timer5.Enabled = True ' Timer start
    If Option1 Then
        B = text_jog.Text
    End If
    Label11.Caption = B
End Sub

Private Sub dec_y_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y
As Single)
    If m = 0 Then
        Timer5.Interval = 0
        Timer5.Enabled = False
    End If
End Sub

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Private Sub dec_z_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

CB = 1000

Timer7.Interval = 1

Timer7.Enabled = True ' Timer start

If Option1 Then

B = text_jog.Text

End If

Label11.Caption = B

End Sub

Private Sub dec_z_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

If m = 0 Then

Timer7.Interval = 0

Timer7.Enabled = False

End If

End Sub

Private Sub decx_decy_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

Timer3.Interval = 1

Timer3.Enabled = True ' Timer start

Timer5.Interval = 1

Timer5.Enabled = True ' Timer start

If Option1 Then

B = text_jog.Text

End If

Label11.Caption = B

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub decx_decy_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single,
Y As Single)
```

```
If m = 0 Then
```

```
    Timer3.Interval = 0
```

```
    Timer3.Enabled = False ' Timer start
```

```
    Timer5.Interval = 0
```

```
    Timer5.Enabled = False ' Timer start
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub decx_incy_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As
Single, Y As Single)
```

```
    Timer3.Interval = 1
```

```
    Timer3.Enabled = True ' Timer start
```

```
    Timer4.Interval = 1
```

```
    Timer4.Enabled = True ' Timer start
```

```
If Option1 Then
```

```
    B = text_jog.Text
```

```
End If
```

```
    Label11.Caption = B
```

```
End Sub
```

```
Private Sub decx_incy_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single,
Y As Single)
```

```
If m = 0 Then
```

```
    Timer3.Interval = 0
```

```
    Timer3.Enabled = False
```

```
    Timer4.Interval = 0
```

```
    Timer4.Enabled = False
```

```
End If
```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub Form_Load()
```

```
s_x = 0
```

```
s_y = 0
```

```
s_z = 0
```

```
bl = 0
```

```
Option2.value = 1
```

```
Option1.value = 0
```

```
pwrite = &H378
```

```
pread = &H379
```

```
' Out pwrite, &H0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub inc_x_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single,  
Y As Single)
```

```
AA = 1000
```

```
Timer1.Interval = 1
```

```
Timer1.Enabled = True ' Timer start
```

```
If Option1 Then
```

```
    B = text_jog.Text
```

```
End If
```

```
Label11.Caption = B
```

```
End Sub
```

```
Private Sub inc_x_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y  
As Single)
```

```
    If m = 0 Then
```

```
        Timer1.Interval = 0
```

```
        Timer1.Enabled = False ' Timer start
```

```
    End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End Sub

Private Sub inc_y_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

BA = 1000

Timer4.Interval = 1

Timer4.Enabled = True ' Timer start

If Option1 Then

B = text_jog.Text

End If

Label11.Caption = B

End Sub

Private Sub inc_y_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

If m = 0 Then

Timer4.Interval = 0

Timer4.Enabled = False

End If

End Sub

Private Sub inc_z_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

CA = 1000

Timer6.Interval = 1

Timer6.Enabled = True ' Timer start

If Option1 Then

B = text_jog.Text

End If

Label11.Caption = B

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Private Sub inc_z_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y
As Single)
```

```
    If m = 0 Then
```

```
        Timer6.Interval = 0
```

```
        Timer6.Enabled = False
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub incx_decy_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As
Single, Y As Single)
```

```
    Timer5.Interval = 1
```

```
    Timer5.Enabled = True ' Timer start
```

```
    Timer1.Interval = 1
```

```
    Timer1.Enabled = True ' Timer startIf Option1 Then
```

```
    If Option1 Then
```

```
        B = text_jog.Text
```

```
    End If
```

```
Label11.Caption = B
```

```
End Sub
```

```
Private Sub incx_decy_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single,
Y As Single)
```

```
    If m = 0 Then
```

```
        Timer5.Interval = 0
```

```
        Timer5.Enabled = False ' Timer start
```

```
        Timer1.Interval = 0
```

```
        Timer1.Enabled = False ' Timer start
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Private Sub incx_incy_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

```

Timer1.Interval = 1
Timer1.Enabled = True ' Timer start
Timer4.Interval = 1
Timer4.Enabled = True ' Timer start
If Option1 Then
    B = text_jog.Text
End If

```

Label11.Caption = B

End Sub

Private Sub incx_incy_MouseUp(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)

```

If m = 0 Then
    Timer1.Interval = 0
    Timer1.Enabled = False ' Timer start
    Timer4.Interval = 0
    Timer4.Enabled = False ' Timer start
End If

```

End Sub

Private Sub lock_key_Click()

If lock_key.value = 0 Then

```

    m = 0
    'Text1.Text = m

```

End If

If lock_key.value = 1 Then

```

    m = 1

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
'Text1.Text = m
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option1_Click()
```

```
lock_key.value = 1
```

```
j = 1
```

```
text_jog.Enabled = True
```

```
text_jog.Locked = False
```

```
text_jog.BackColor = &H80000005
```

```
text_jog.Text = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Option2_Click()
```

```
text_jog.Locked = True
```

```
text_jog.Enabled = False
```

```
text_jog.BackColor = &HE0E0E0
```

```
lock_key.value = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub start_MouseDown(Index As Integer, Button As Integer, Shift As Integer, X As Single, Y As Single)
```

```
B = 10000
```

```
If Val(s_x.Text) > 0 Then
```

```
If Val(s_x.Text) > Val(position_x.Caption) Then
```

```
'Label8.Caption = position_x.Caption
```

```
AA = Val(s_x.Text) - Val(position_x.Caption)
```

```
Timer1.Interval = 1
```

```
Timer1.Enabled = True
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

End If

If Val(s_x.Text) < Val(position_x.Caption) Then

AB = Val(position_x.Caption) - Val(s_x.Text)

Timer3.Interval = 1

Timer3.Enabled = True

End If

End If

If Val(s_x.Text) < 0 Then

If Val(s_x.Text) > Val(position_x.Caption) Then

Label8.Caption = position_x

AA = Val(s_x.Text) - Val(position_x.Caption)

Timer1.Interval = 1

Timer1.Enabled = True

End If

If Val(s_x.Text) < Val(position_x.Caption) Then

AB = Val(s_x.Text) - Val(position_x.Caption)

Timer3.Interval = 1

Timer3.Enabled = True

C = 0

End If

End If

If Val(s_y.Text) > 0 Then

If Val(s_y.Text) > Val(position_y.Caption) Then

BA = Val(s_y.Text) - Val(position_y.Caption)

Timer4.Interval = 1

Timer4.Enabled = True

End If

If Val(s_y.Text) < Val(position_y.Caption) Then

BB = Val(position_y.Caption) - Val(s_y.Text)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Timer5.Interval = 1
Timer5.Enabled = True
End If
End If
If Val(s_y.Text) < 0 Then
    If Val(s_y.Text) > Val(position_y.Caption) Then
        .
        BA = Val(s_y.Text) - Val(position_y.Caption)
        Timer4.Interval = 1
        Timer4.Enabled = True
End If
If Val(s_y.Text) < Val(position_y.Caption) Then
        BB = Val(s_y.Text) - Val(position_y.Caption)
        Timer5.Interval = 1
        Timer5.Enabled = True
        C = 0
End If
End If
If Val(s_z.Text) > 0 Then
    If Val(s_z.Text) > Val(position_z.Caption) Then
        CA = Val(s_z.Text) - Val(position_z.Caption)
        Timer6.Interval = 1
        Timer6.Enabled = True
End If
If Val(s_z.Text) < Val(position_z.Caption) Then
        CB = Val(position_z.Caption) - Val(s_z.Text)
        Timer7.Interval = 1
        Timer7.Enabled = True
End If

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

End If
If Val(s_z.Text) < 0 Then
    If Val(s_z.Text) > Val(position_z.Caption) Then

        CA = Val(s_z.Text) - Val(position_z.Caption)

        Timer6.Interval = 1

        Timer6.Enabled = True

```

```

End If

```

```

If Val(s_z.Text) < Val(position_z.Caption) Then

    CB = Val(s_z.Text) - Val(position_z.Caption)

    Timer7.Interval = 1

    Timer7.Enabled = True

    C = 0

```

```

End If

```

```

End If

```

```

End Sub

```

```

Private Sub Timer1_Timer()

```

```

If SelfTimer Then

```

```

    pulse.Caption = 555

```

```

    Out pwrite, &H3

```

```

Else

```

```

    pulse.Caption = 0

```

```

    Out pwrite, &H2

```

```

End If

```

```

SelfTimer = Not SelfTimer

```

```

X = X + 1

```

```

position_x.Caption = Format(X / 160, "####.##")

```

```

A = A + 1

```

```

Label10.Caption = A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

If Option1 Then

If B <= A / 160 Then

Timer1.Interval = 0

Timer1.Enabled = False

A = 0

End If

End If

If AA <= A / 160 Then

Timer1.Interval = 0

Timer1.Enabled = False

A = 0

End If

c_bl = 1

End Sub

Private Sub Timer2_Timer()

n = Inp(pread)

testh.Caption = n

End Sub

Private Sub Timer3_Timer()

If SelfTimer Then

pulse.Caption = 555

Out pwrite, &H1

Else

pulse.Caption = 0

Out pwrite, &H0

End If

SelfTimer = Not SelfTimer

position_x.Caption = Format(X / 160, "####.##")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X = X - 1

C = C + 1

Label10.Caption = A

If Option1 Then

If B <= C / 160 Then

Timer3.Interval = 0

Timer3.Enabled = False

C = 0

End If

End If

If Abs(AB) <= C / 160 Then

Timer3.Interval = 0

Timer3.Enabled = False

C = 0

End If

c_bl = -1

End Sub

Private Sub Timer4_Timer()

If SelfTimer Then

pulse.Caption = 555

Out pwrite, &H12

Else

pulse.Caption = 0

Out pwrite, &H8

End If

SelfTimer = Not SelfTimer

Y = Y + 1

position_y.Caption = Format(Y / 160, "####.##")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D = D + 1

Label10.Caption = A

If Option1 Then

If B <= D / 160 Then

Timer4.Interval = 0

Timer4.Enabled = False

D = 0

End If

End If

If BA <= D / 160 Then

Timer4.Interval = 0

Timer4.Enabled = False

D = 0

End If

c_bl = 1

End Sub

Private Sub Timer5_Timer()

If SelfTimer Then

pulse.Caption = 555

Out pwrite, &H4

Else

pulse.Caption = 0

Out pwrite, &H0

End If

SelfTimer = Not SelfTimer

Y = Y - 1

position_y.Caption = Format(Y / 160, "####.##")

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

E = E + 1

Label10.Caption = A

If Option1 Then

If B <= E / 160 Then

Timer5.Interval = 0

Timer5.Enabled = False

E = 0

End If

End If

If Abs(BB) <= E / 160 Then

Timer5.Interval = 0

Timer5.Enabled = False

E = 0

End If

c_bl = -1

End Sub

Private Sub Timer6_Timer()

If SelfTimer Then

pulse.Caption = 555

Out pwrite, &H48

Else

pulse.Caption = 0

Out pwrite, &H32

End If

SelfTimer = Not SelfTimer

Z = Z + 1

position_z.Caption = Format(Z / 160, "####.##")

F = F + 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label10.Caption = A

If Option1 Then

If B <= F / 160 Then

Timer6.Interval = 0

Timer6.Enabled = False

F = 0

End If

End If

If CA <= F / 160 Then

Timer6.Interval = 0

Timer6.Enabled = False

F = 0

End If

c_bl = 1

End Sub

Private Sub Timer7_Timer()

If SelfTimer Then

pulse.Caption = 555

Out pwrite, &H16

Else

pulse.Caption = 0

Out pwrite, &H0

End If

SelfTimer = Not SelfTimer

Z = Z - 1

position_z.Caption = Format(Z / 160, "####.##")

G = G + 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label10.Caption = A

If Option1 Then

If B <= G / 160 Then

Timer7.Interval = 0

Timer7.Enabled = False

G = 0

End If

End If

If Abs(CB) <= G / 160 Then

Timer7.Interval = 0

Timer7.Enabled = False

G = 0

End If

c_bl = -1

End Sub

Private Sub zero_x_Click(Index As Integer)

X = 0

position_x.Caption = X

End Sub

Private Sub zero_y_Click(Index As Integer)

Y = 0

position_y.Caption = Y

End Sub

Private Sub zero_z_Click(Index As Integer)

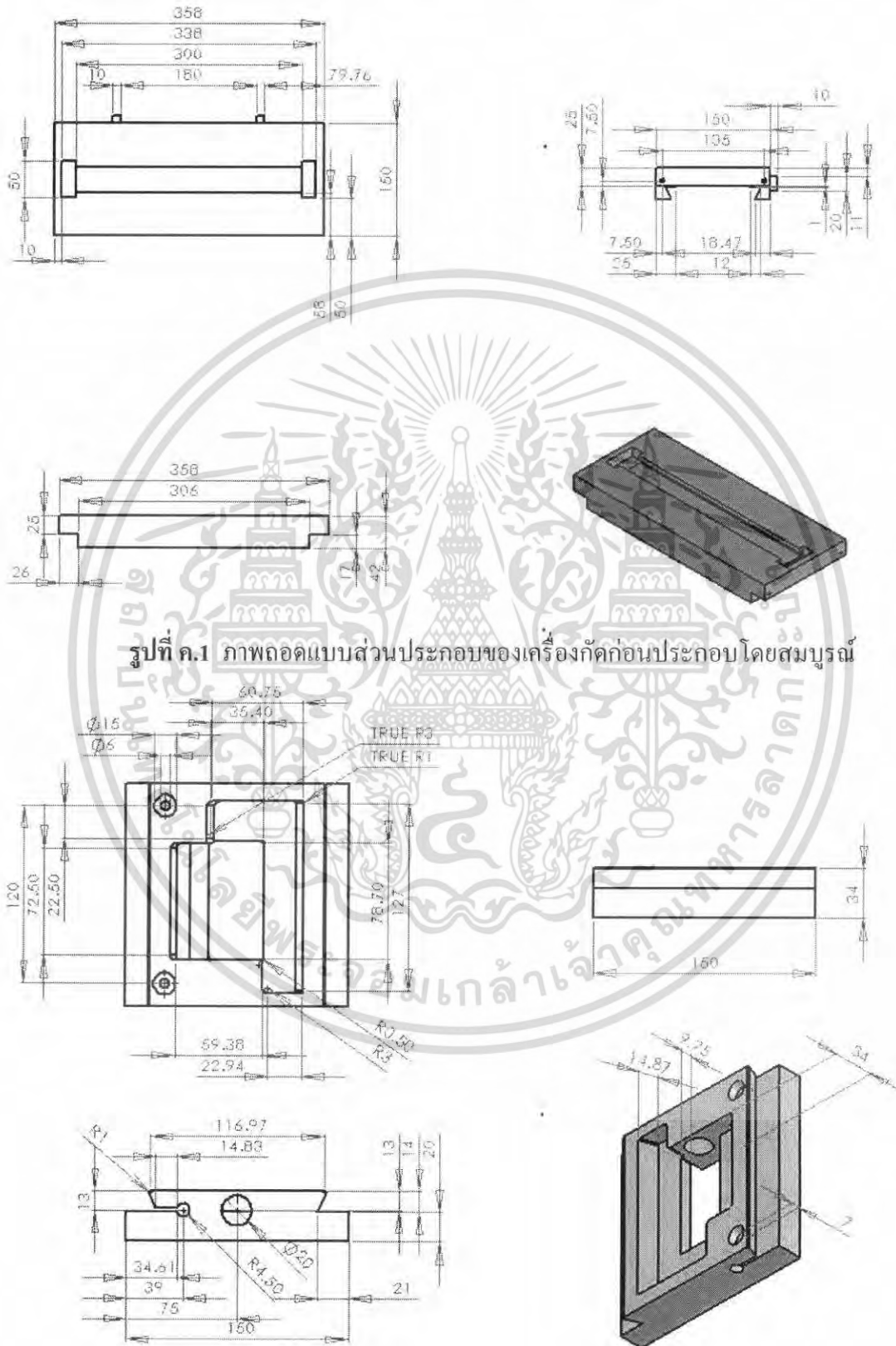
Z = 0

position_z.Caption = Z

End Sub

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

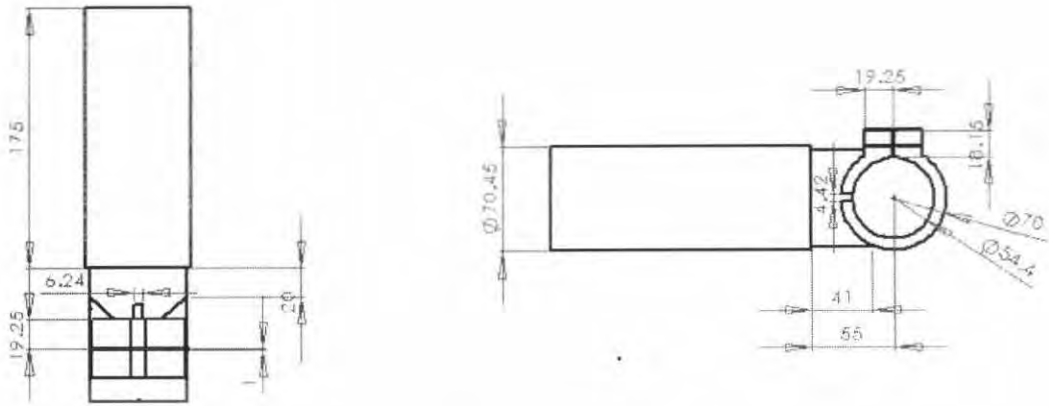
ภาคผนวก ค
รูปการออกแบบเครื่องกีด



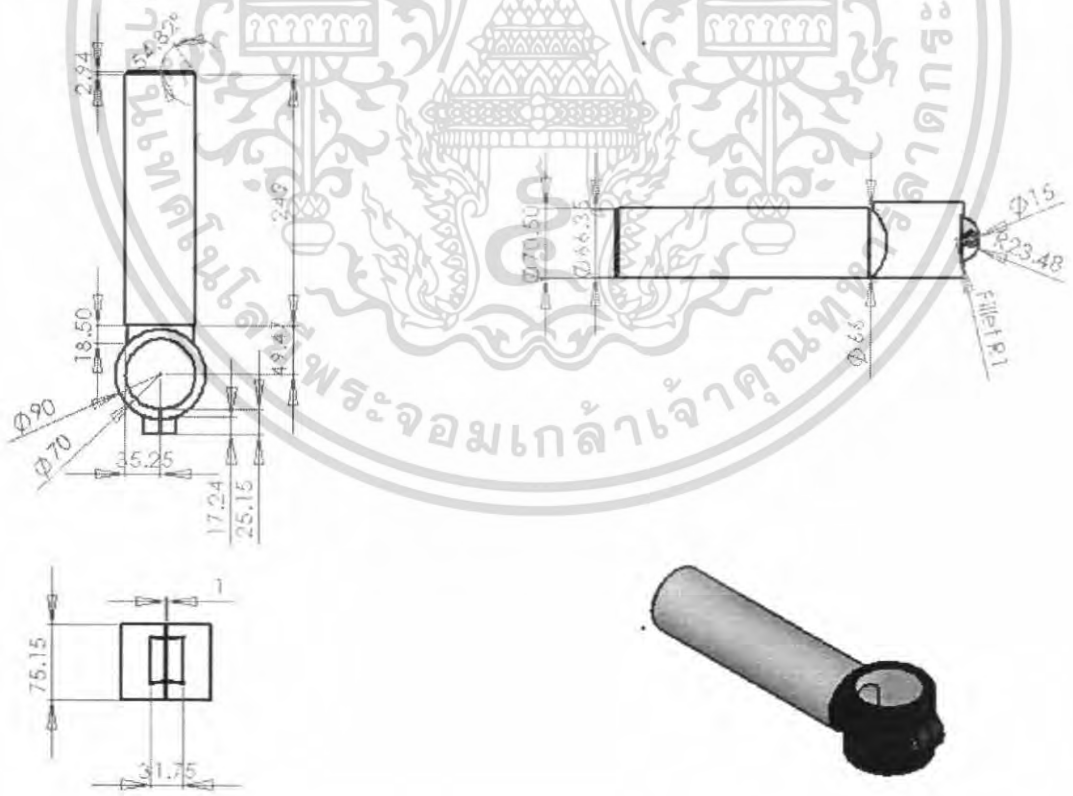
รูปที่ ค.1 ภาพถอดแบบส่วนประกอบของเครื่องกีดก่อนประกอบโดยสมบูรณ

รูปที่ ค.2 ภาพถอดแบบส่วนประกอบของเครื่องกีดก่อนประกอบโดยสมบูรณ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

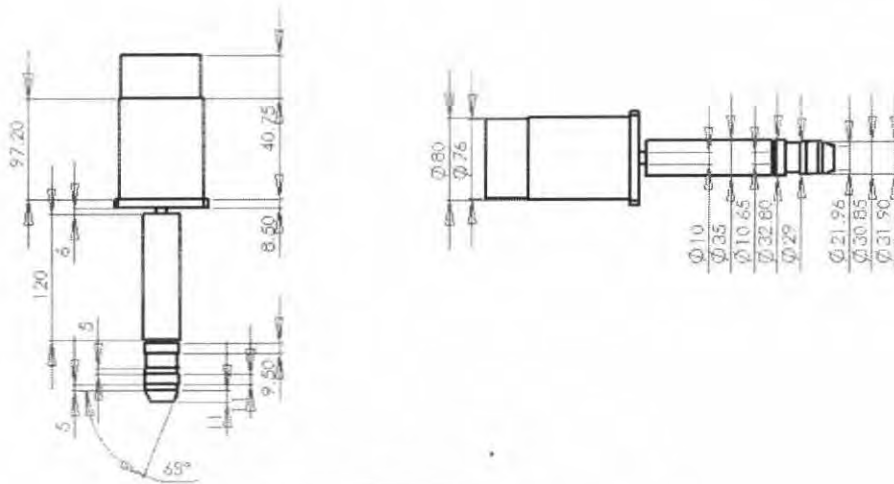


รูปที่ ค.5 ภาพถอดแบบส่วนประกอบของเครื่องกัดก่อนประกอบโดยสมบูรณ์ (ต่อ)

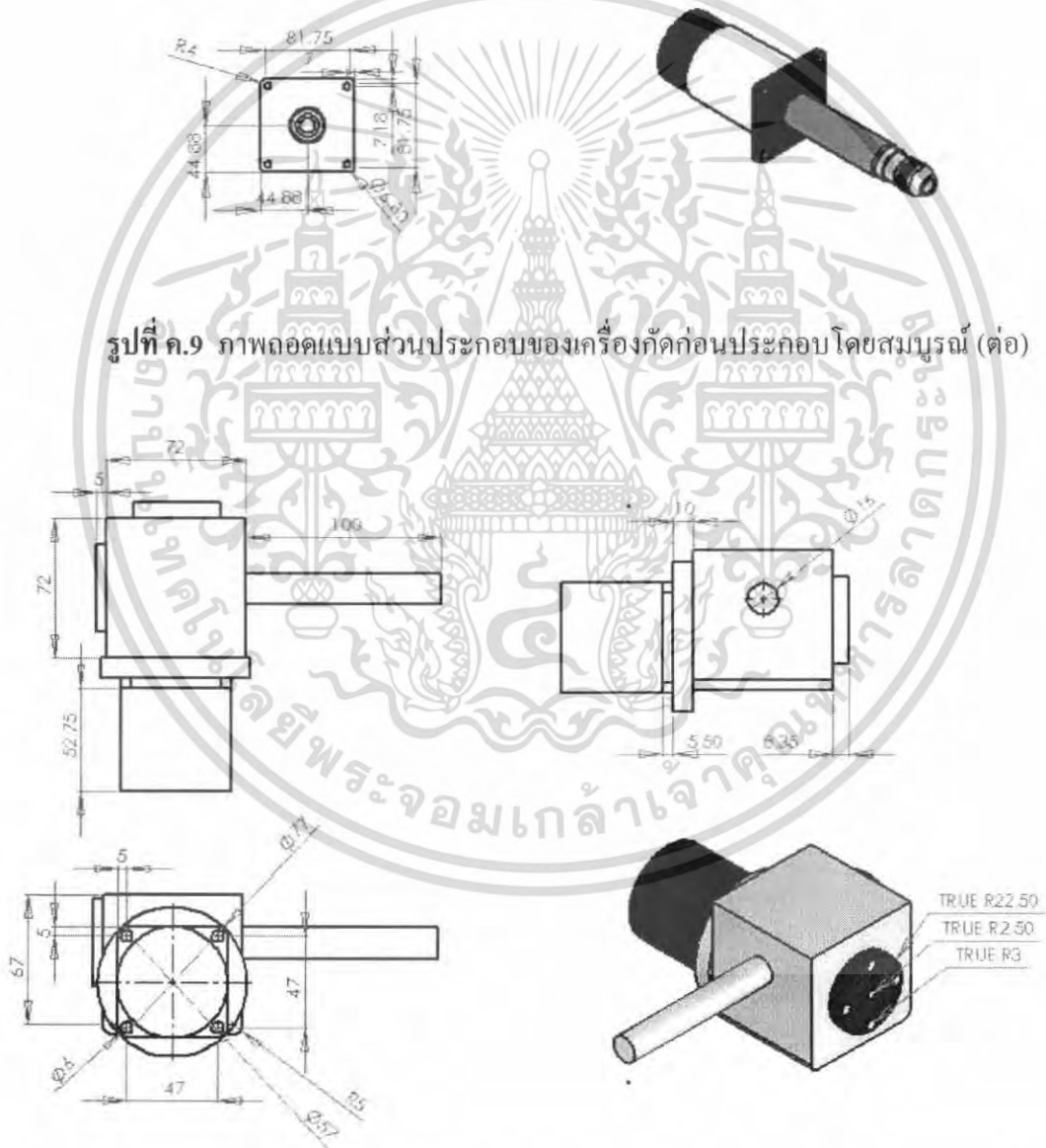


รูปที่ ค.6 ภาพถอดแบบส่วนประกอบของเครื่องกัดก่อนประกอบโดยสมบูรณ์ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.9 ภาพลดแบบส่วนประกอบของเครื่องกีดก่อนประกอบ โดยสมบูรณ (ต่อ)



รูปที่ ค.10 ภาพลดแบบส่วนประกอบของเครื่องกีดก่อนประกอบ โดยสมบูรณ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

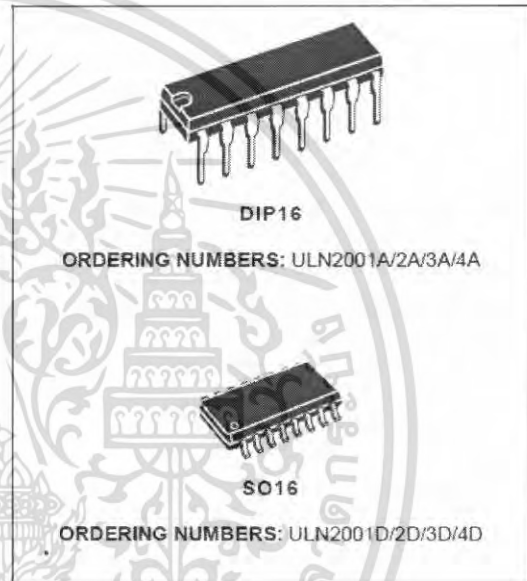
ภาคผนวก ง

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์


ULN2001A-ULN2002A
ULN2003A-ULN2004A

SEVEN DARLINGTON ARRAYS

- SEVEN DARLINGTONS PER PACKAGE
- OUTPUT CURRENT 500mA PER DRIVER (600mA PEAK)
- OUTPUT VOLTAGE 50V
- INTEGRATED SUPPRESSION DIODES FOR INDUCTIVE LOADS
- OUTPUTS CAN BE PARALLELED FOR HIGHER CURRENT
- TTL/CMOS/PMOS/DTL COMPATIBLE INPUTS
- INPUTS PINNED OPPOSITE OUTPUTS TO SIMPLIFY LAYOUT

**DESCRIPTION**

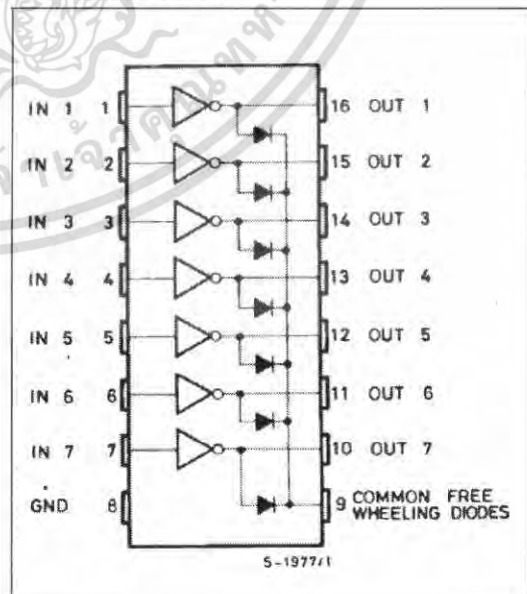
The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003 and ULN2004A are high voltage, high current darlington arrays each containing seven open collector darlington pairs with common emitters. Each channel rated at 500mA and can withstand peak currents of 600mA. Suppression diodes are included for inductive load driving and the inputs are pinned opposite the outputs to simplify board layout.

The four versions interface to all common logic families :

ULN2001A	General Purpose, DTL, TTL, PMOS, CMOS
ULN2002A	14-25V PMOS
ULN2003A	5V TTL, CMOS
ULN2004A	6-15V CMOS, PMOS

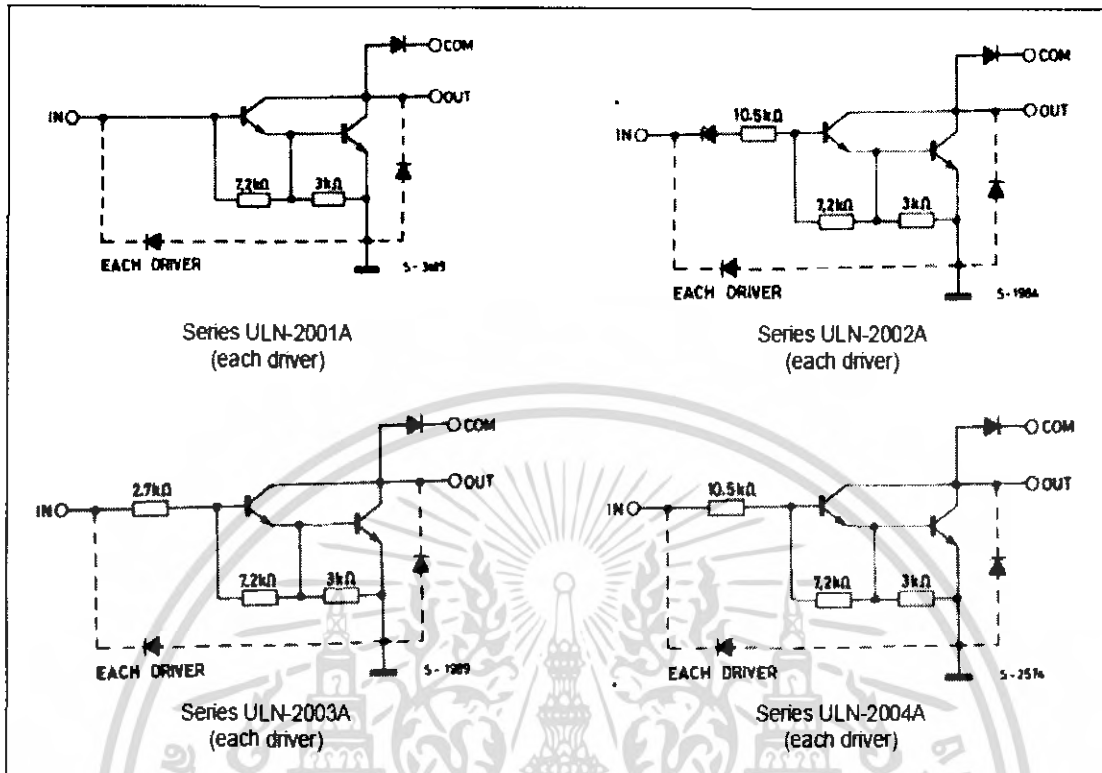
These versatile devices are useful for driving a wide range of loads including solenoids, relays DC motors, LED displays filament lamps, thermal print-heads and high power buffers.

The ULN2001A/2002A/2003A and 2004A are supplied in 16 pin plastic DIP packages with a copper leadframe to reduce thermal resistance. They are available also in small outline package (SO-16) as ULN2001D/2002D/2003D/2004D.

PIN CONNECTION

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_o	Output Voltage	50	V
V_{in}	Input Voltage (for ULN2002A/D - 2003A/D - 2004A/D)	30	V
I_c	Continuous Collector Current	500	mA
I_b	Continuous Base Current	25	mA
T_{amb}	Operating Ambient Temperature Range	- 20 to 85	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	- 55 to 150	°C
T_j	Junction Temperature	150	°C

THERMAL DATA

Symbol	Parameter	DIP16	SO16	Unit
$R_{th j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max. 70	120	°C/W



ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit	Fig.
I_{CEX}	Output Leakage Current	$V_{CE} = 50\text{V}$			50	μA	1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_{CE} = 50\text{V}$			100	μA	1a
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}$ for ULN2002A $V_{CE} = 50\text{V}, V_i = 6\text{V}$			500	μA	1b
		for ULN2004A $V_{CE} = 50\text{V}, V_i = 1\text{V}$			500	μA	1b
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter Saturation Voltage	$I_C = 100\text{mA}, I_B = 250\mu\text{A}$		0.9	1.1	V	2
		$I_C = 200\text{mA}, I_B = 350\mu\text{A}$		1.1	1.3	V	2
		$I_C = 350\text{mA}, I_B = 500\mu\text{A}$		1.3	1.6	V	2
$I_{i(on)}$	Input Current	for ULN2002A, $V_i = 17\text{V}$		0.82	1.25	mA	3
		for ULN2003A, $V_i = 3.85\text{V}$		0.93	1.35	mA	3
		for ULN2004A, $V_i = 5\text{V}$		0.35	0.5	mA	3
		$V_i = 12\text{V}$		1	1.45	mA	3
$I_{i(off)}$	Input Current	$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, I_C = 500\mu\text{A}$	50	65		μA	4
$V_{i(on)}$	Input Voltage	$V_{CE} = 2\text{V}$ for ULN2002A $I_C = 300\text{mA}$			13		
		for ULN2003A $I_C = 200\text{mA}$			2.4		
		$I_C = 250\text{mA}$			2.7		
		$I_C = 300\text{mA}$			3		
		for ULN2004A $I_C = 125\text{mA}$			5		
		$I_C = 200\text{mA}$			6		
		$I_C = 275\text{mA}$			7		
		$I_C = 350\text{mA}$			8		
h_{FE}	DC Forward Current Gain	for ULN2001A $V_{CE} = 2\text{V}, I_C = 350\text{mA}$	1000				2
C_i	Input Capacitance			15	25	pF	
t_{PLH}	Turn-on Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	μs	
t_{PHL}	Turn-off Delay Time	$0.5 V_i$ to $0.5 V_o$		0.25	1	μs	
I_R	Clamp Diode Leakage Current	$V_R = 50\text{V}$			50	μA	6
		$T_{amb} = 70^{\circ}\text{C}, V_R = 50\text{V}$			100	μA	6
V_F	Clamp Diode Forward Voltage	$I_F = 350\text{mA}$		1.7	2	V	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

TEST CIRCUITS

Figure 1a.

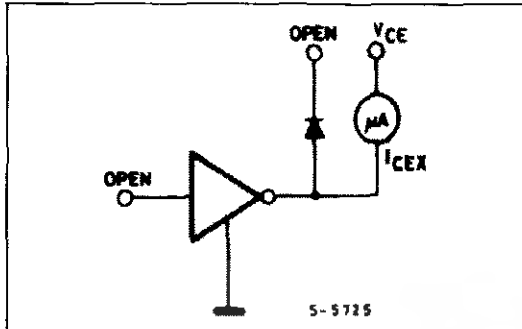


Figure 1b.

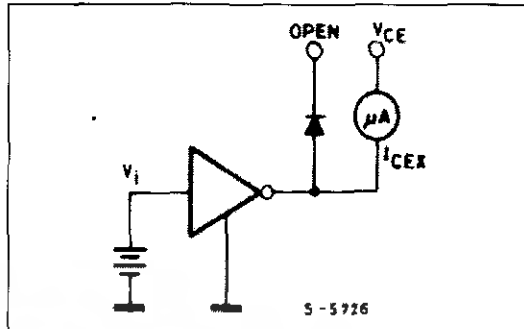


Figure 2.

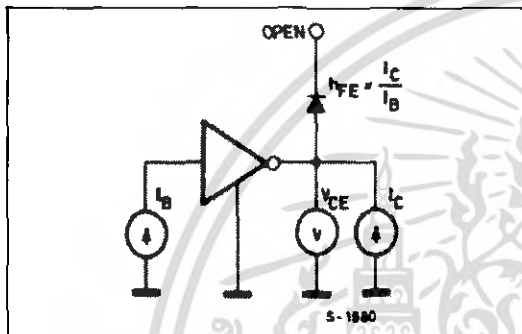


Figure 3.

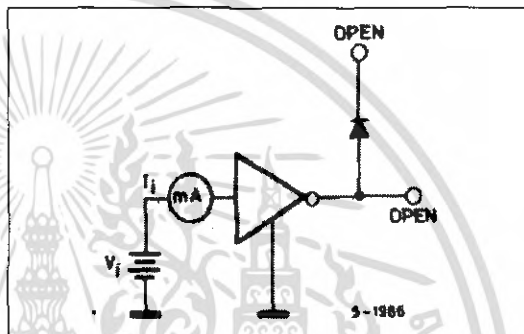


Figure 4.

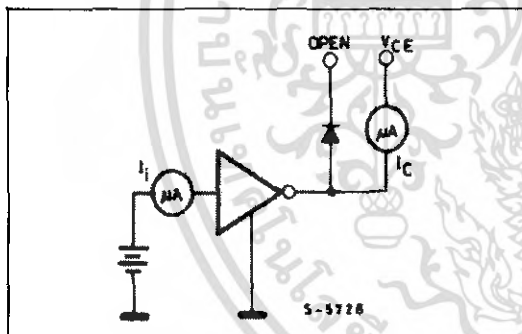


Figure 5.

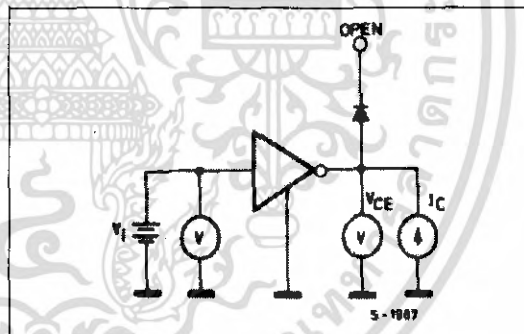


Figure 6.

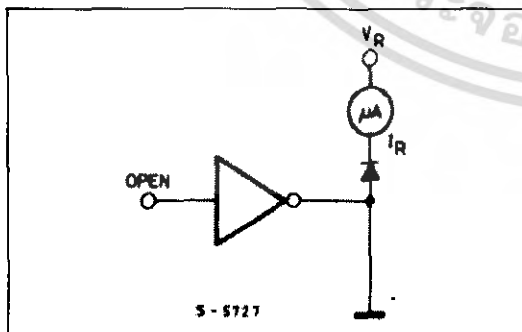
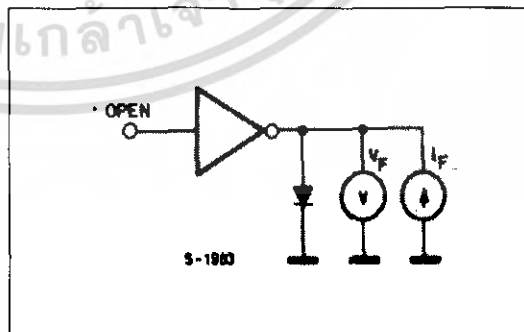


Figure 7.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

Figure 8: Collector Current versus Input Current

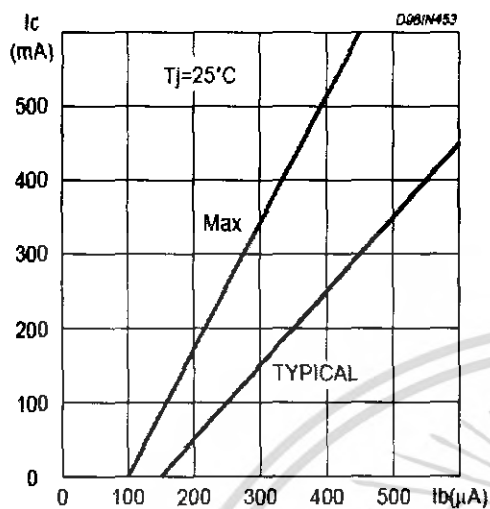


Figure 9: Collector Current versus Saturation Voltage

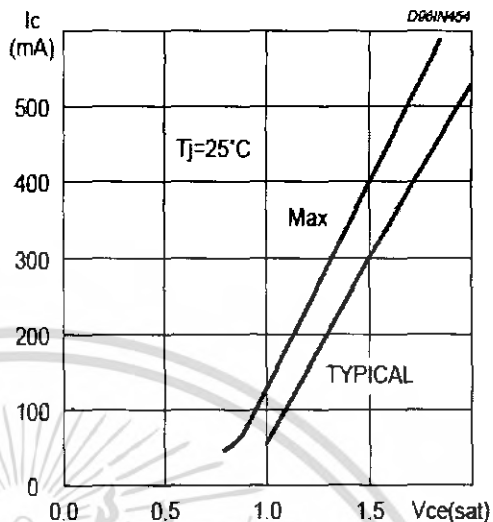


Figure 10: Peak Collector Current versus Duty Cycle

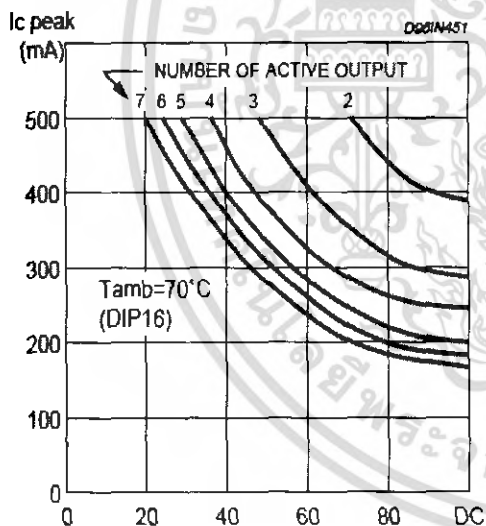
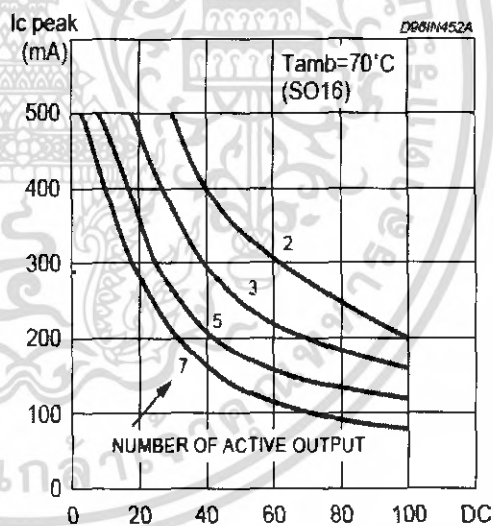


Figure 11: Peak Collector Current versus Duty Cycle

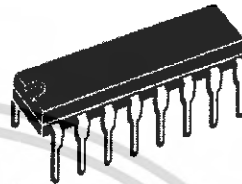


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

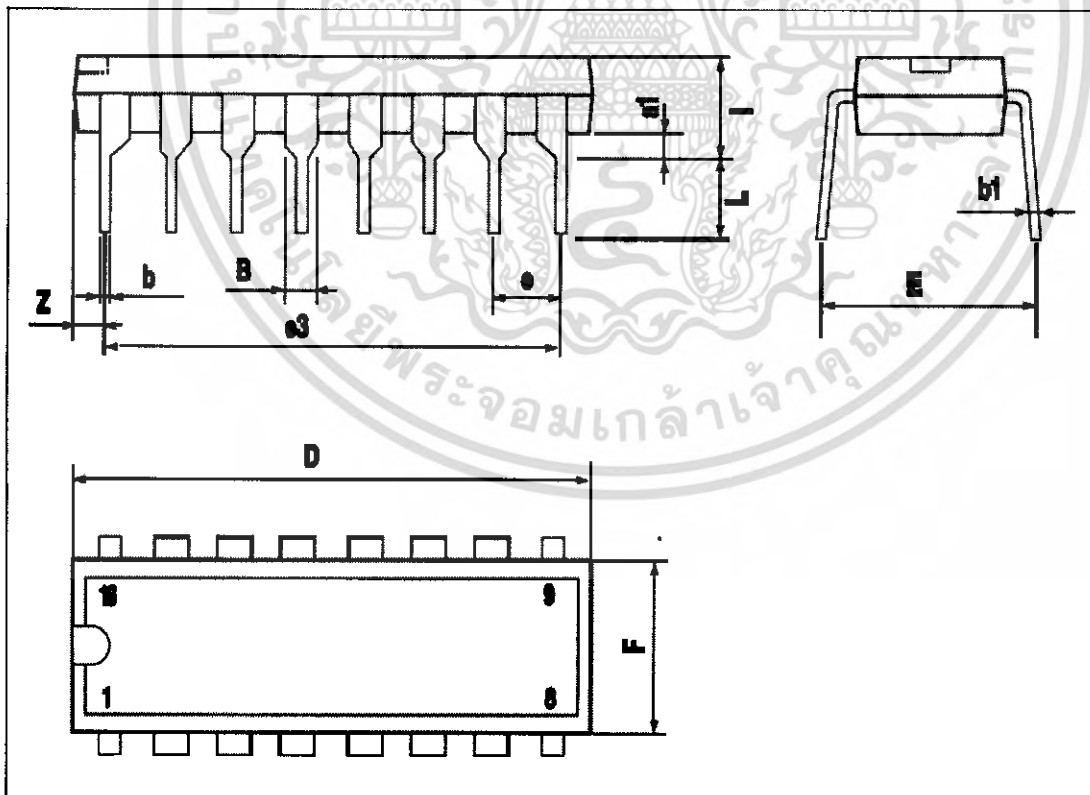
ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050

OUTLINE AND MECHANICAL DATA

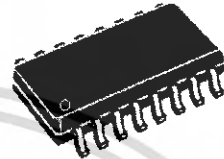


DIP16



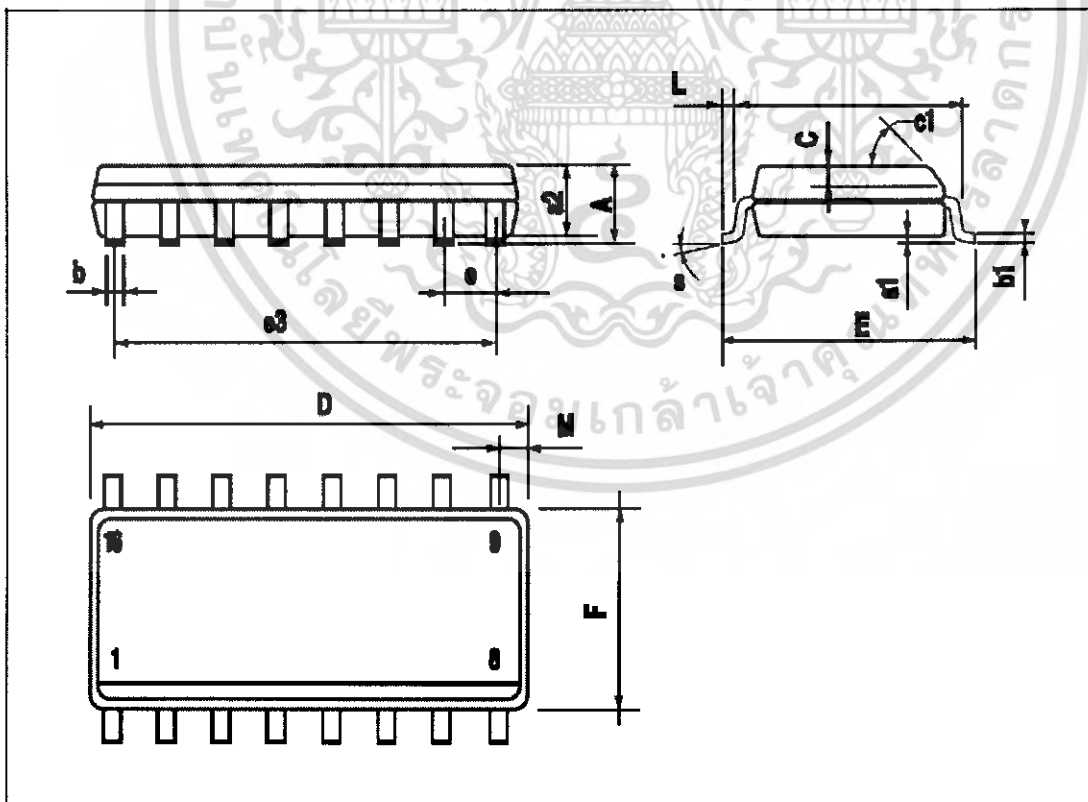
ULN2001A - ULN2002A - ULN2003A - ULN2004A

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.25	0.004		0.009
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D (1)	9.8		10	0.386		0.394
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F (1)	3.8		4	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.209
L	0.4		1.27	0.016		0.050
M			0.62			0.024
S	8° (max.)					

OUTLINE AND
MECHANICAL DATA

SO16 Narrow

(1) D and F do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (.006inch).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
 © 2002 STMicroelectronics - Printed in Italy - All Rights Reserved
 STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States
<http://www.st.com>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This datasheet has been download from:

www.datasheetcatalog.com

Datasheets for electronics components.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM124/LM224/LM324/LM2902

Low Power Quad Operational Amplifiers

General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off of the standard +5V power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15V$ power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage
- The unity gain cross frequency is temperature compensated
- The input bias current is also temperature compensated

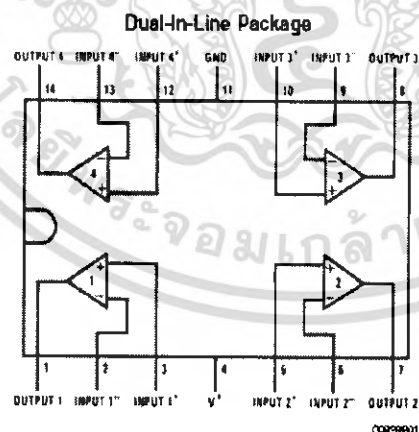
Advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
Single supply 3V to 32V
or dual supplies $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Very low supply current drain (700 μA)—essentially independent of supply voltage
- Low input biasing current 45 nA (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV and offset current: 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to $V^+ - 1.5V$

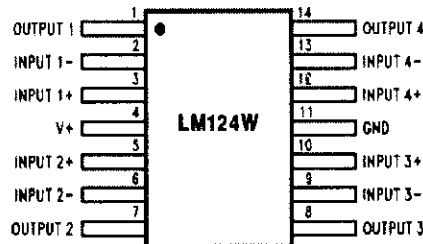
Connection Diagrams



Top View

Order Number LM124J, LM124AJ, LM124J/883 (Note 2), LM124AJ/883 (Note 1), LM224J, LM224AJ, LM324J, LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M, LM2902MX, LM324N, LM324AN, LM324MT, LM324MTX or LM2902N LM124AJRQML and LM124AJRQMLV (Note 3)
See NS Package Number J14A, M14A or N14A

Connection Diagrams (Continued)



00829021

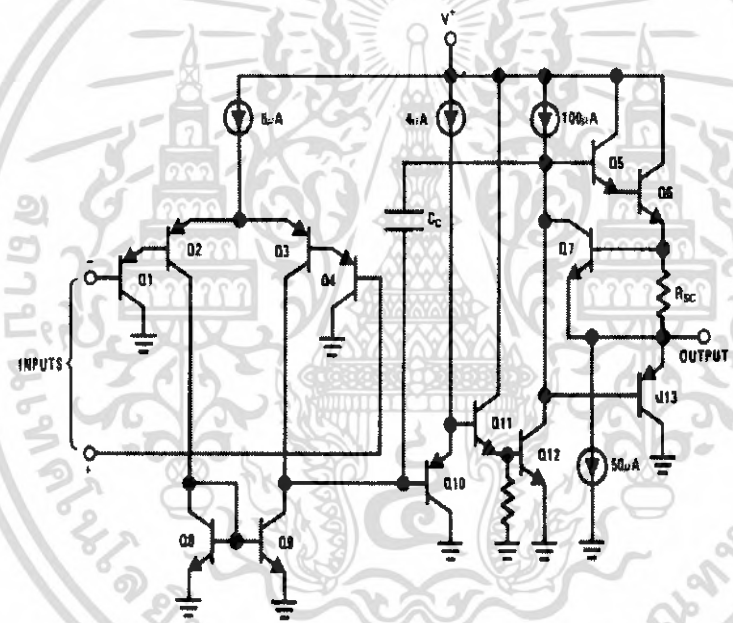
Order Number LM124AW/883, LM124AWG/883, LM124W/883 or LM124WG/883
 LM124AWRQML and LM124AWRQMLV(Note 3)
 See NS Package Number W14B
 LM124AWGRQML and LM124AWGRQMLV(Note 3)
 See NS Package Number WG14A

Note 1: LM124A available per JM38510/11006

Note 2: LM124 available per JM38510/11005

Note 3: See STD Mil DWG 5962R88504 for Radiation Tolerant Device

Schematic Diagram (Each Amplifier)



00829022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 12)

If Military/Aerospace specified devices are required,
please contact the National Semiconductor Sales Office/

Distributors for availability and specifications.

	LM124/LM224/LM324 LM124A/LM224A/LM324A	LM2902
Supply Voltage, V^*	32V	26V
Differential Input Voltage	32V	26V
Input Voltage	-0.3V to +32V	-0.3V to +26V
Input Current ($V_{IN} < -0.3V$) (Note 6)	50 mA	50 mA
Power Dissipation (Note 4)		
Molded DIP	1130 mW	1130 mW
Cavity DIP	1260 mW	1260 mW
Small Outline Package	800 mW	800 mW
Output Short-Circuit to GND (One Amplifier) (Note 5) $V^* \leq 15V$ and $T_A = 25^\circ C$	Continuous	Continuous
Operating Temperature Range		-40°C to +85°C
LM324/LM324A	0°C to +70°C	
LM224/LM224A	-25°C to +85°C	
LM124/LM124A	-55°C to +125°C	
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	260°C	260°C
Soldering Information		
Dual-In-Line Package		
Soldering (10 seconds)	260°C	260°C
Small Outline Package		
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.		
ESD Tolerance (Note 13)	250V	250V

Electrical Characteristics

$V^* = +5.0V$, (Note 7), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM124A			LM224A			LM324A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 8) $T_A = 25^\circ C$	1	2		1	3		2	3		mV
Input Bias Current (Note 9)	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V,$ $T_A = 25^\circ C$	20	50		40	80		45	100		nA
Input Offset Current	$I_{IN(+)} \text{ or } I_{IN(-)}, V_{CM} = 0V,$ $T_A = 25^\circ C$	2	10		2	15		5	30		nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 10)	$V^* = 30V$, (LM2902, $V^* = 26V$), $T_A = 25^\circ C$	0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		V
Supply Current	Over Full Temperature Range $R_L = \infty$ On All Op Amps $V^* = 30V$ (LM2902 $V^* = 26V$) $V^* = 5V$	1.5	3		1.5	3		1.5	3		mA
Large Signal Voltage Gain	$V^* = 15V, R_L \geq 2k\Omega,$ ($V_O = 1V$ to $11V$), $T_A = 25^\circ C$	50	100		50	100		25	100		V/mV
Common-Mode	DC, $V_{CM} = 0V$ to $V^* - 1.5V$,	70	85		70	85		65	85		dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)											
V* = +5.0V, (Note 7), unless otherwise stated											
Parameter	Conditions	LM124A			LM224A			LM324A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Rejection Ratio	T _A = 25°C										
Power Supply Rejection Ratio	V* = 5V to 30V (LM2902, V* = 5V to 26V), T _A = 25°C	65	100		65	100		65	100	dB	
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 11)	f = 1 kHz to 20 kHz, T _A = 25°C (Input Referred)		-120			-120			-120	dB	
Output Current	Source V _{IN+} * = 1V, V _{IN-} * = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	20	40		20	40		20	40	mA	
	Sink V _{IN-} * = 1V, V _{IN+} * = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	10	20		10	20		10	20		
	Sink V _{IN-} * = 1V, V _{IN+} * = 0V, V* = 15V, V _O = 200 mV, T _A = 25°C	12	50		12	50		12	50	μA	
Short Circuit to Ground	(Note 5) V* = 15V, T _A = 25°C	40	60		40	60		40	60	mA	
Input Offset Voltage	(Note 8)			4			4			5 mV	
V _{OS} Drift	R _S = 0kΩ		7	20		7	20		7	30 μV/°C	
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)} , V _{CM} = 0V			30			30			75 nA	
I _{OS} Drift	R _S = 0kΩ		10	200		10	200		10	300 pA/°C	
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)}		40	100		40	100		40	200 nA	
Input Common-Mode Voltage Range (Note 10)	V* = +30V (LM2902, V* = 26V)	0		V*-2	0		V*-2	0		V*-2 V	
Large Signal Voltage Gain	V* = +15V (V _O Swing = 1V to 11V) R _L ≥ 2 kΩ	25			25			15		V/mV	
Output Voltage Swing	V _{OH} V* = 30V, R _L = 2 kΩ (LM2902, V* = 26V)	26			26			26		V	
	V _{OL} V* = 5V, R _L = 10 kΩ	5	20		5	20		5	20	mV	
	V _{OL} V* = 5V, R _L = 10 kΩ	5	20		5	20		5	20	mV	
Output Current	Source V _O = 2V, V _{IN+} * = +1V, V _{IN-} * = 0V, V* = 15V	10	20		10	20		10	20	mA	
	Sink V _{IN-} * = +1V, V _{IN+} * = 0V, V* = 15V	10	15		5	8		5	8		

Electrical Characteristics											
V* = +5.0V, (Note 7), unless otherwise stated											
Parameter	Conditions	LM124/LM224			LM324			LM2902			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 8) T _A = 25°C		2	5		2	7		2	7	mV
Input Bias Current (Note 9)	I _{IN(+)} or I _{IN(-)} , V _{CM} = 0V, T _A = 25°C		45	150		45	250		45	250	nA
Input Offset Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)} , V _{CM} = 0V, T _A = 25°C		3	30		5	50		5	50	nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 10)	V* = 30V, (LM2902, V* = 26V), T _A = 25°C	0		V*-1.5	0		V*-1.5	0		V*-1.5	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)

V* = +5.0V, (Note 7), unless otherwise stated

Parameter	Conditions	LM124/LM224			LM324			LM2902			Units		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max			
Supply Current	Over Full Temperature Range R _L = ∞ On All Op Amps V* = 30V (LM2902 V* = 26V) V* = 5V		1.5	3	1.5	3	1.5	3	0.7	1.2	0.7	1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	V* = 15V, R _L ≥ 2kΩ, (V _O = 1V to 11V), T _A = 25°C	50	100		25	100		25	100				V/mV
Common-Mode Rejection Ratio	DC, V _{CM} = 0V to V* - 1.5V, T _A = 25°C	70	85		65	85		50	70				dB
Power Supply Rejection Ratio	V* = 5V to 30V (LM2902, V* = 5V to 26V), T _A = 25°C	65	100		65	100		50	100				dB
Amplifier-to-Amplifier Coupling (Note 11)	f = 1 kHz to 20 kHz, T _A = 25°C (Input Referred)		-120		-120			-120					dB
Output Current	Source	V _{IN+} = 1V, V _{IN-} = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	20	40		20	40		20	40			mA
	Sink	V _{IN-} = 1V, V _{IN+} = 0V, V* = 15V, V _O = 2V, T _A = 25°C	10	20		10	20		10	20			μA
		V _{IN-} = 1V, V _{IN+} = 0V, V* = 15V, V _O = 200 mV, T _A = 25°C	12	50		12	50		12	50			μA
Short Circuit to Ground	(Note 5) V* = 15V, T _A = 25°C	40	60		40	60		40	60			mA	
Input Offset Voltage	(Note 8)		7		9		10						mV
V _{OS} Drift	R _S = 0Ω		7		7		7						μV/°C
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)} , V _{CM} = 0V			100		150		45	200				nA
I _{OS} Drift	R _S = 0Ω		10		10		10						pA/°C
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)}		40	300		40	500		40	500			nA
Input Common-Mode Voltage Range (Note 10)	V* = +30V (LM2902, V* = 26V)	0		V* - 2	0		V* - 2	0		V* - 2			V
Large Signal Voltage Gain	V* = +15V (V _O Swing = 1V to 11V) R _L ≥ 2 kΩ	25			15			15					V/mV
Output Voltage Swing	V _{OH}	V* = 30V (LM2902, V* = 26V)		R _L = 2 kΩ	26			22					V
	V _{OL}	V* = 5V, R _L = 10 kΩ	5	20		5	20		5	100			mV
Output Current	Source	V _O = 2V		V _{IN+} = +1V, V _{IN-} = 0V, V* = 15V	10	20		10	20				mA
	Sink			V _{IN-} = +1V, V _{IN+} = 0V, V* = 15V	5	8		5	8				mA

Note 4: For operating at high temperatures, the LM324/LM324A/LM2902 must be derated based on a +125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 88°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM224/LM224A and LM124/LM124A can be derated based on a +150°C maximum junction temperature. The dissipation is the total of all four amplifiers — use external resistors, where possible, to allow the amplifier to saturate or to reduce the power which is dissipated in the integrated circuit.

Note 5: Short circuits from the output to V* can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 40 mA independent of the magnitude of V*. At values of supply voltage in excess of +15V, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

Note 6: This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)

on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the op amps to go to the V^+ voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than $-0.3V$ (at $25^\circ C$).

Note 7: These specifications are limited to $-55^\circ C \leq T_A \leq +125^\circ C$ for the LM124/LM124A. With the LM224/LM224A, all temperature specifications are limited to $-25^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$, the LM324/LM324A temperature specifications are limited to $0^\circ C \leq T_A \leq +70^\circ C$, and the LM2902 specifications are limited to $-40^\circ C \leq T_A \leq +85^\circ C$.

Note 8: $V_O = 1.4V$, $R_B = 0\Omega$ with V^+ from 5V to 30V; and over the full input common-mode range (0V to $V^+ - 1.5V$) for LM2902, V^+ from 5V to 26V.

Note 9: The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.

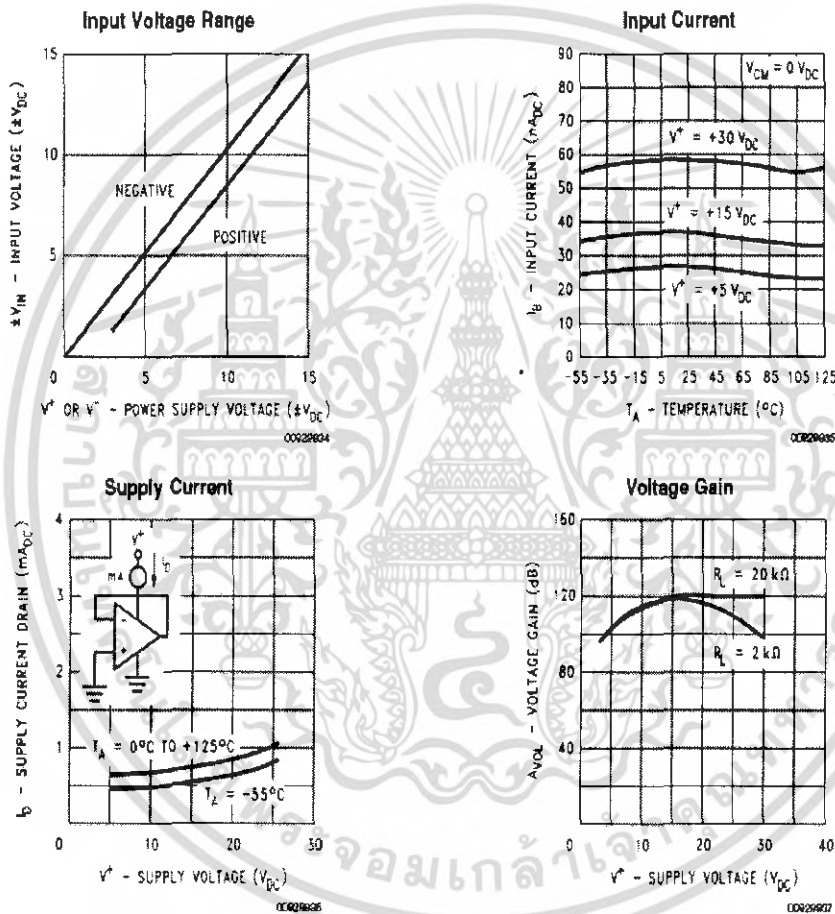
Note 10: The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V (at $25^\circ C$). The upper end of the common-mode voltage range is $V^+ - 1.5V$ (at $25^\circ C$), but either or both inputs can go to $-32V$ without damage ($+25V$ for LM2902), independent of the magnitude of V^+ .

Note 11: Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

Note 12: Refer to RET3124AX for LM124A military specifications and refer to RET3124X for LM124 military specifications.

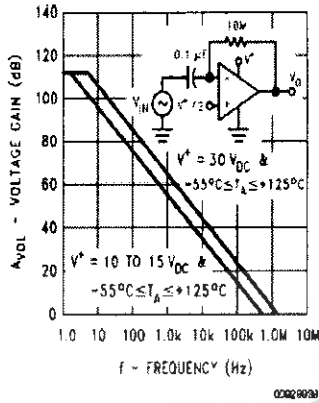
Note 13: Human body model, 1.5 k Ω in series with 100 pF.

Typical Performance Characteristics

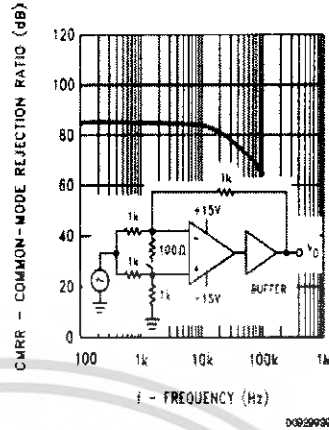


Typical Performance Characteristics (Continued)

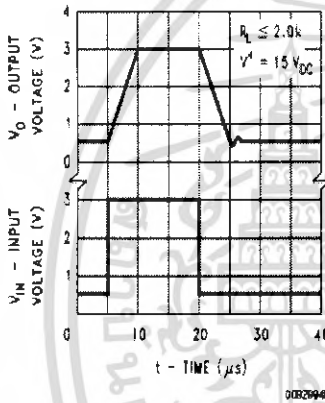
Open Loop Frequency Response



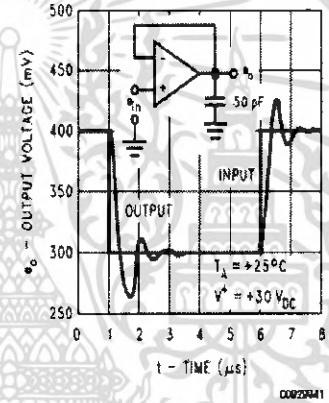
Common Mode Rejection Ratio



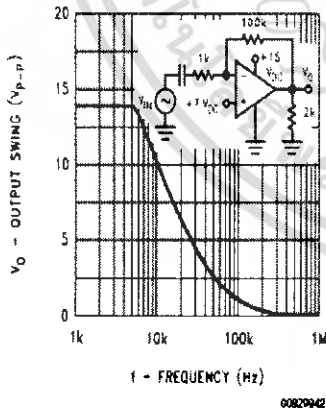
Voltage Follower Pulse Response



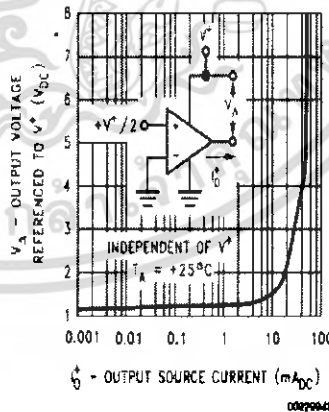
Voltage Follower Pulse Response (Small Signal)



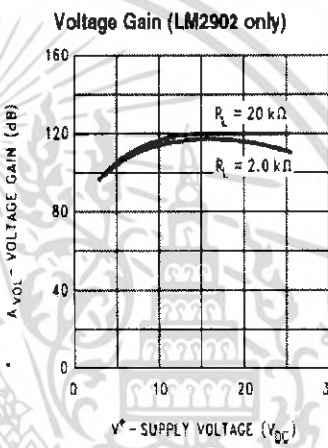
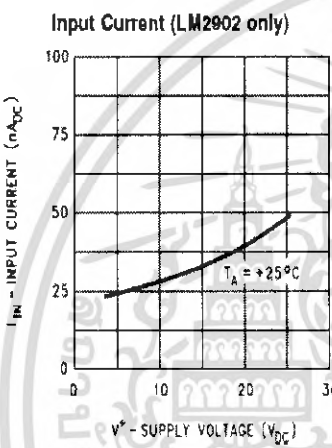
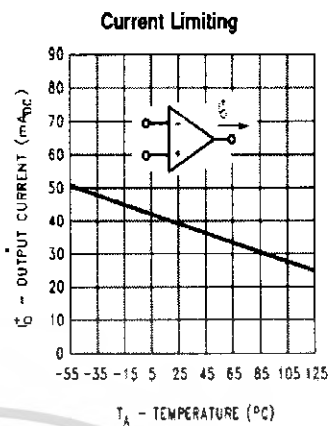
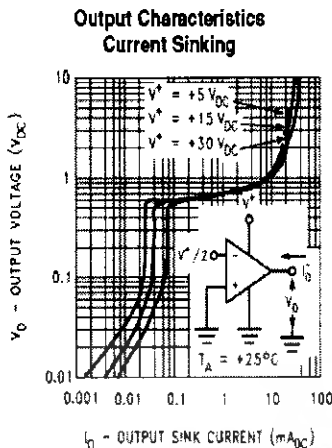
Large Signal Frequency Response



Output Characteristics Current Sourcing



Typical Performance Characteristics (Continued)



Application Hints

The LM124 series are op amps which operate with only a single power supply voltage, have true-differential inputs, and remain in the linear mode with an input common-mode voltage of $0 V_{DC}$. These amplifiers operate over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At $25^\circ C$ amplifier operation is possible down to a minimum supply voltage of $2.3 V_{DC}$.

The pinouts of the package have been designed to simplify PC board layouts. Inverting inputs are adjacent to outputs for all of the amplifiers and the outputs have also been placed at the corners of the package (pins 1, 7, 8, and 14).

Precautions should be taken to insure that the power supply for the integrated circuit never becomes reversed in polarity or that the unit is not inadvertently installed backwards in a test socket as an unlimited current surge through the resulting forward diode within the IC could cause fusing of the internal conductors and result in a destroyed unit.

Large differential input voltages can be easily accommodated and, as input differential voltage protection diodes are not needed, no large input currents result from large differential input voltages. The differential input voltage may be larger than V^+ without damaging the device. Protection

should be provided to prevent the input voltages from going negative more than $-0.3 V_{DC}$ (at $25^\circ C$). An input clamp diode with a resistor to the IC input terminal can be used.

To reduce the power supply drain, the amplifiers have a class A output stage for small signal levels which converts to class B in a large signal mode. This allows the amplifiers to both source and sink large output currents. Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capability of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications.

For ac applications, where the load is capacitively coupled to the output of the amplifier, a resistor should be used, from the output of the amplifier to ground to increase the class A bias current and prevent crossover distortion.

Where the load is directly coupled, as in dc applications, there is no crossover distortion.

Capacitive loads which are applied directly to the output of the amplifier reduce the loop stability margin. Values of 50 pF can be accommodated using the worst-case non-inverting unity gain connection. Large closed loop gains or resistive isolation should be used if larger load capacitance must be driven by the amplifier.

Application Hints (Continued)

The bias network of the LM124 establishes a drain current which is independent of the magnitude of the power supply voltage over the range of from $3 V_{DC}$ to $30 V_{DC}$.

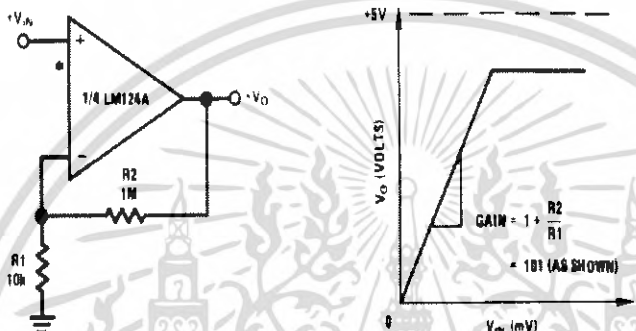
Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperatures. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time will increase the total IC power dissipation to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of

output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp.

The circuits presented in the section on typical applications emphasize operation on only a single power supply voltage. If complementary power supplies are available, all of the standard op amp circuits can be used. In general, introducing a pseudo-ground (a bias voltage reference of $V^*/2$) will allow operation above and below this value in single power supply systems. Many application circuits are shown which take advantage of the wide input common-mode voltage range which includes ground. In most cases, input biasing is not required and input voltages which range to ground can easily be accommodated.

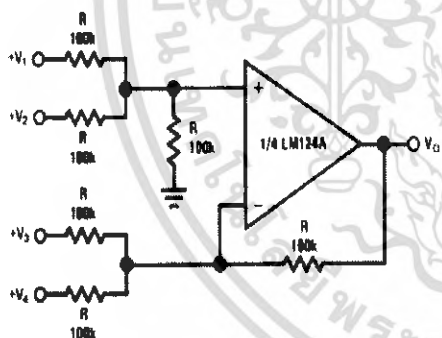
Typical Single-Supply Applications ($V^* = 5.0 V_{DC}$)

Non-Inverting DC Gain ($0V$ Input = $0V$ Output)



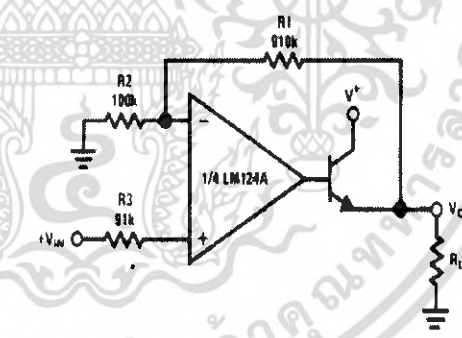
*R1 not needed due to temperature independent I_{BIAS}

DC Summing Amplifier ($V_{IN's} \geq 0 V_{DC}$ and $V_O \geq 0 V_{DC}$)



Where: $V_O = V_1 + V_2 - V_3 - V_4$
 $(V_1 + V_2) \geq (V_3 + V_4)$ to keep $V_O > 0 V_{DC}$

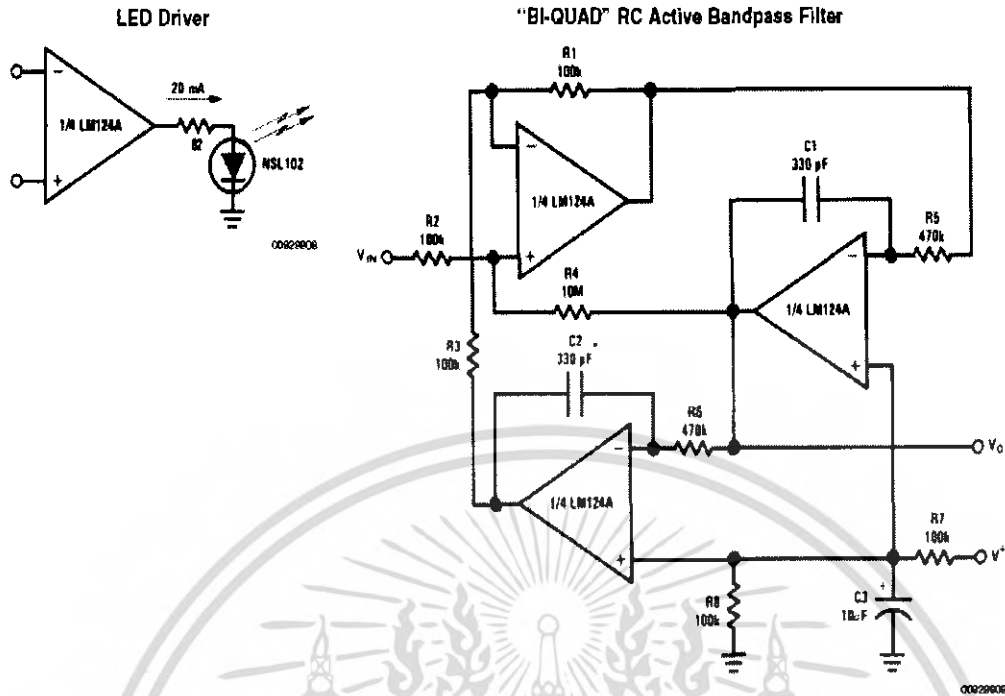
Power Amplifier



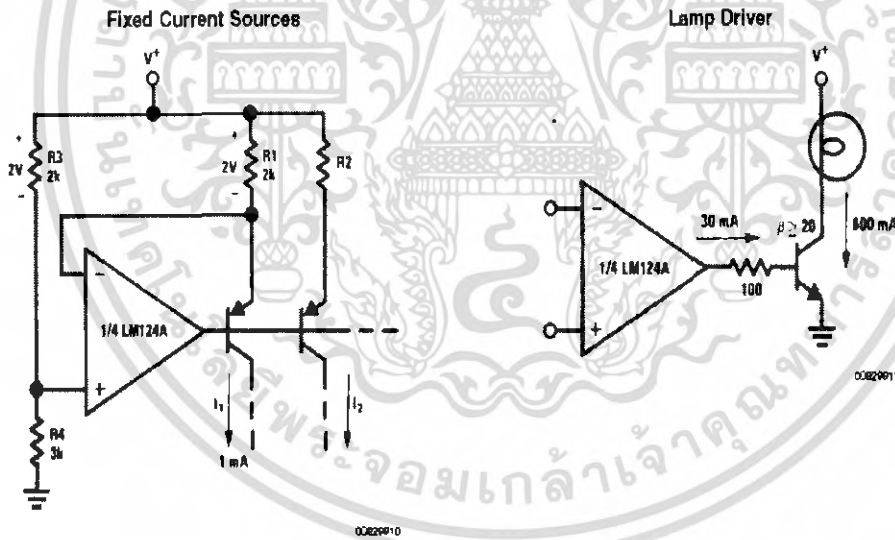
$V_O = 0 V_{DC}$ for $V_{IN} = 0 V_{DC}$
 $A_V = 10$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)



$f_0 = 1 \text{ kHz}$
 $Q = 50$
 $A_v = 100 \text{ (40 dB)}$

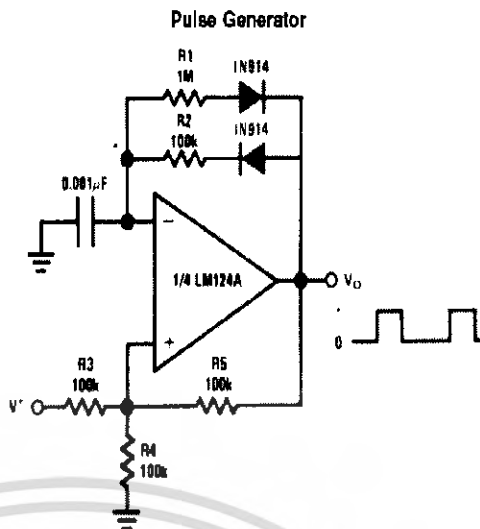
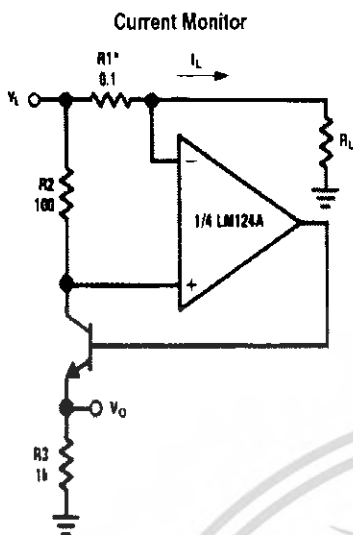


$$I_2 = \left(\frac{R_1}{R_2} \right) I_1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Single-Supply Applications

(V⁺ = 5.0 V_{DC}) (Continued)

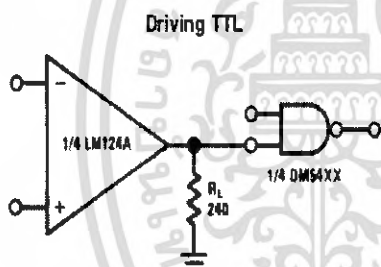


0022915

$$V_o = \frac{1V(I_L)}{1A}$$

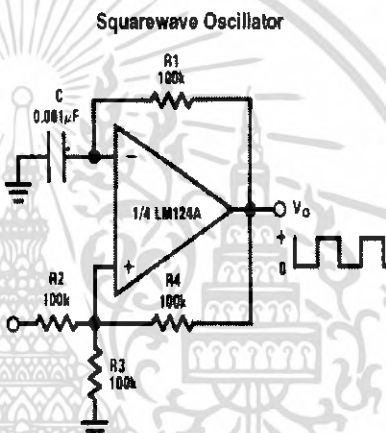
$$V_E < V^+ - 2V$$

(Increase R1 for I_L small)

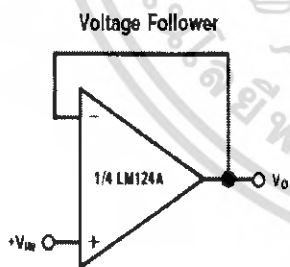


0022912

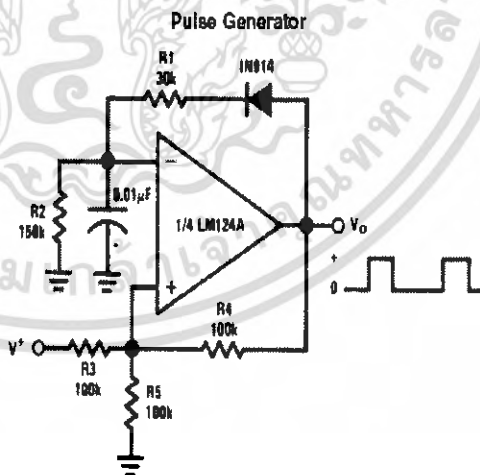
0022910



0022916



0022914

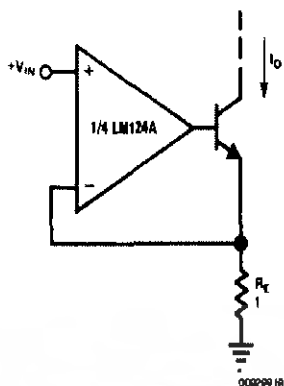


0022917

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

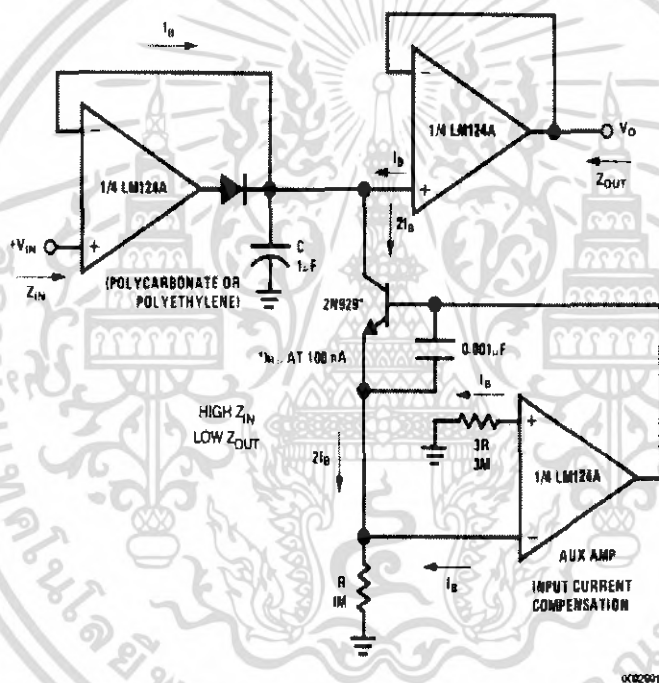
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

High Compliance Current Sink



$I_o = 1 \text{ amp/volt } V_{IN}$
(Increase R_L for I_o small)

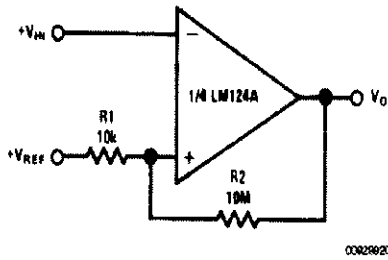
Low Drift Peak Detector



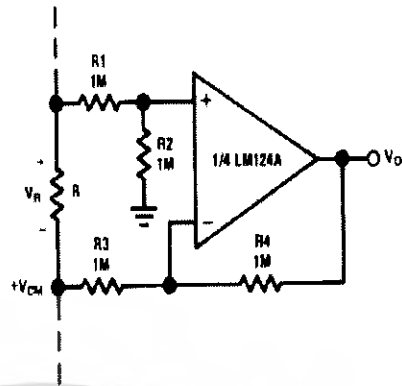
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

Comparator with Hysteresis

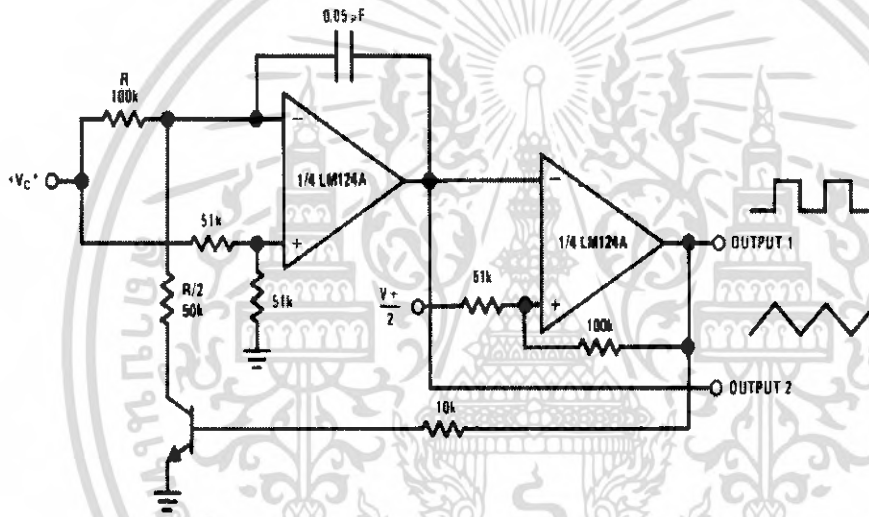


Ground Referencing a Differential Input Signal



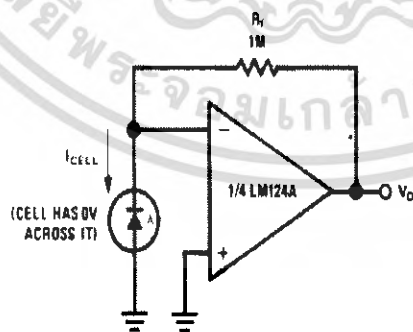
$V_O = V_R$

Voltage Controlled Oscillator Circuit



*Wide control voltage range: $0 V_{DC} \leq V_C \leq 2 (V^+ - 1.5 V_{DC})$

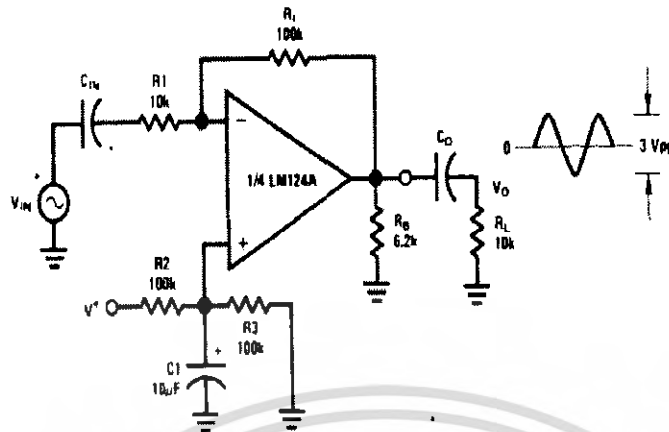
Photo Voltaic-Cell Amplifier



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

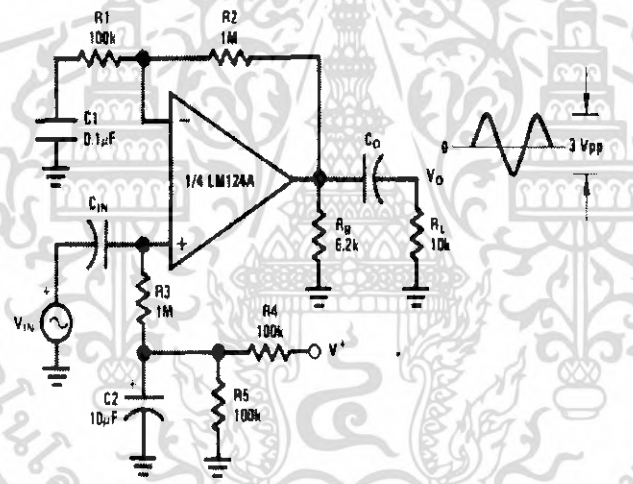
AC Coupled Inverting Amplifier



0022924

$$A_V = \frac{R_f}{R_1} \text{ (As shown, } A_V \approx 10)$$

AC Coupled Non-Inverting Amplifier



0022925

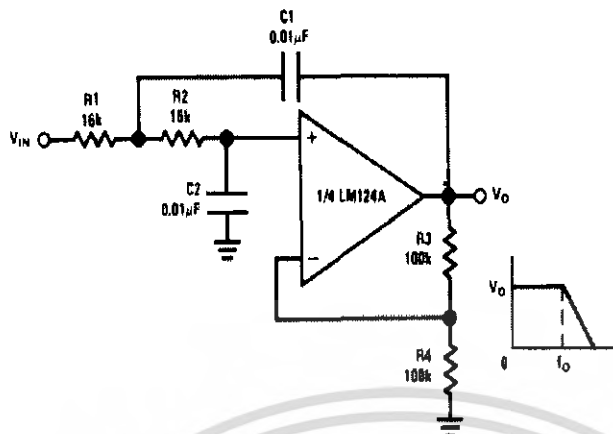
$$A_V = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$A_V = 11 \text{ (As shown)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

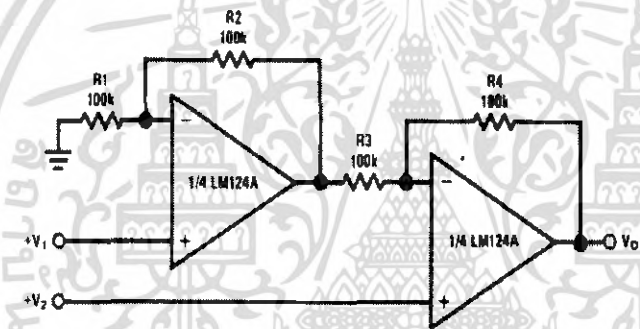
Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

DC Coupled Low-Pass RC Active Filter



$f_0 = 1 \text{ kHz}$
 $Q = 1$
 $A_v = 2$

High Input Z, DC Differential Amplifier



For $\frac{R1}{R2} = \frac{R4}{R3}$ (CMRR depends on this resistor ratio match)

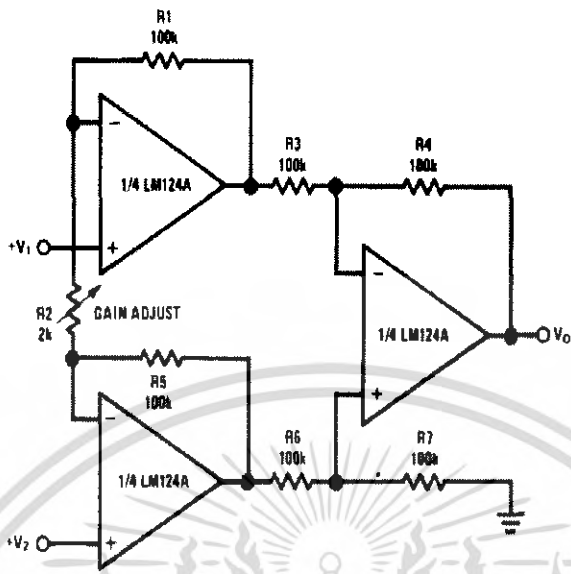
$V_O = 1 + \frac{R4}{R3}(V_2 - V_1)$

As shown: $V_O = 2(V_2 - V_1)$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

High Input Z Adjustable-Gain DC Instrumentation Amplifier

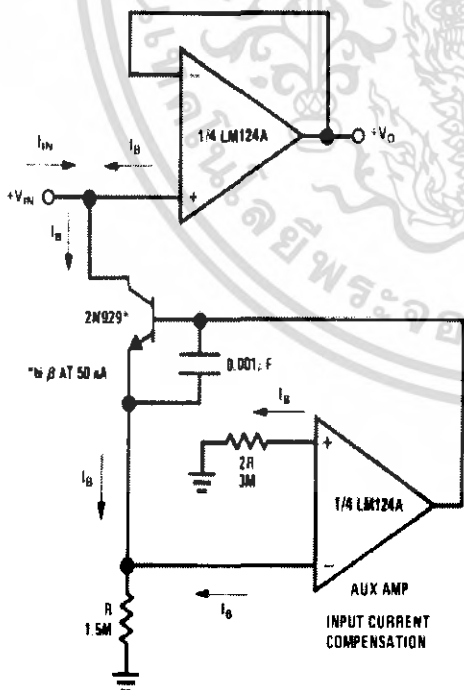


If $R1 = R5$ & $R3 = R4 = R6 = R7$ (CMRR depends on match)

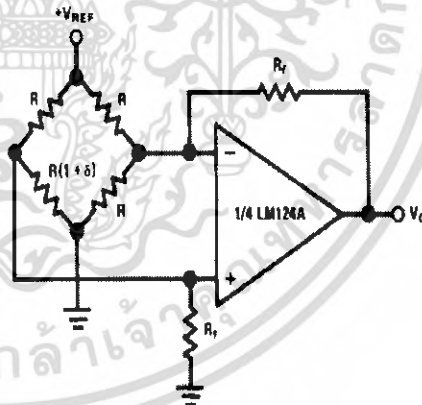
$$V_O = 1 + \frac{2R1}{R2} (V_2 - V_1)$$

As shown $V_O = 101 (V_2 - V_1)$

Using Symmetrical Amplifiers to Reduce Input Current (General Concept)



Bridge Current Amplifier

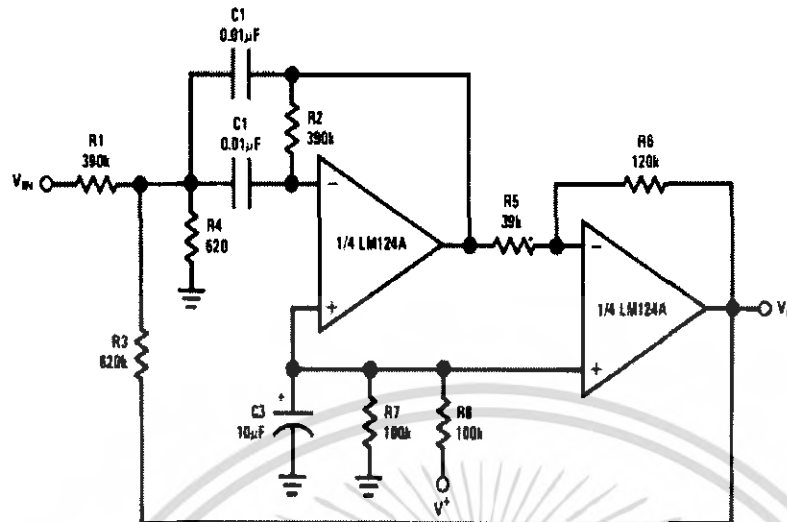


For $\delta \ll 1$ and $R_f \gg R$

$$V_O = V_{REF} \left(\frac{\delta}{2} \right) \frac{R_f}{R}$$

Typical Single-Supply Applications ($V^+ = 5.0 V_{DC}$) (Continued)

Bandpass Active Filter



$f_0 = 1 \text{ kHz}$
 $Q = 25$

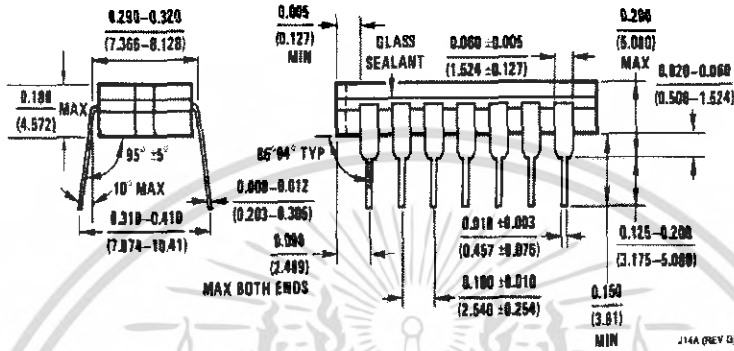
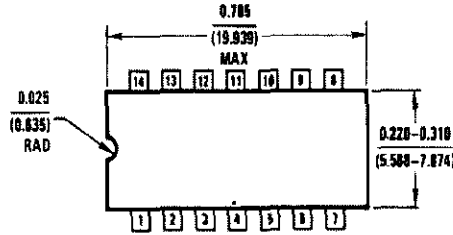
03829931

LM124/LM224/LM324/LM2902

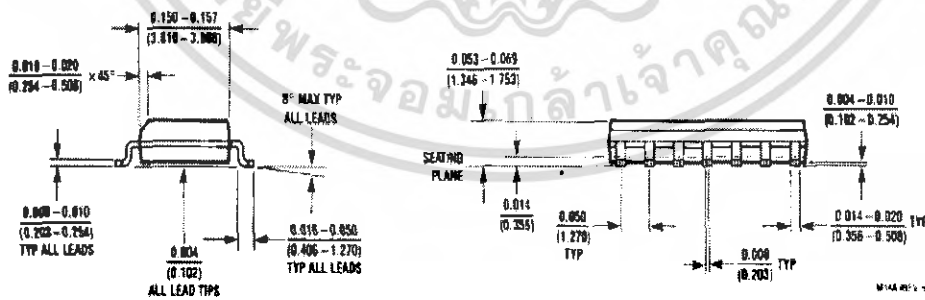
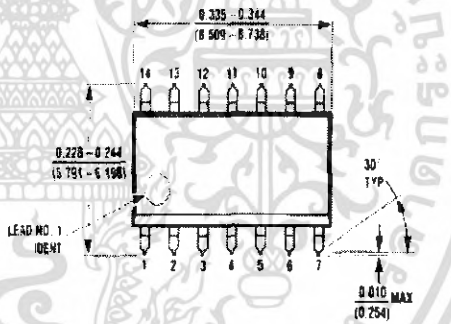
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM124/LM224/LM324/LM2902

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



Ceramic Dual-In-Line Package (J)
 Order Number JL124ABCA, JL124BCA, JL124ASCA, JL124SCA, LM124J,
 LM124AJ, LM124AJ/883, LM124J/883, LM224J, LM224AJ or LM324J
 NS Package Number J14A

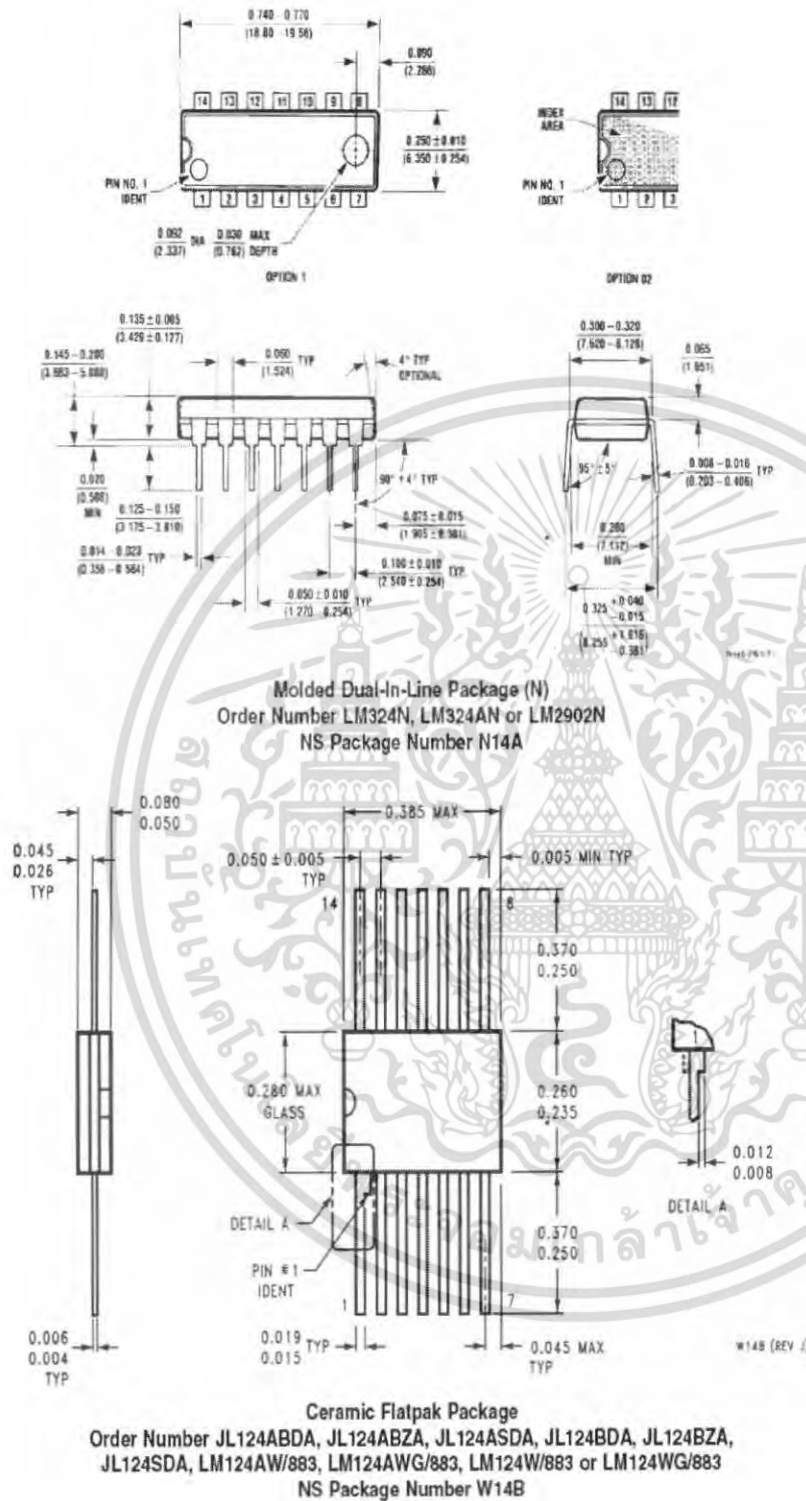


MX S.O. Package (M)
 Order Number LM324M, LM324MX, LM324AM, LM324AMX, LM2902M or LM2902MX
 NS Package Number M14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

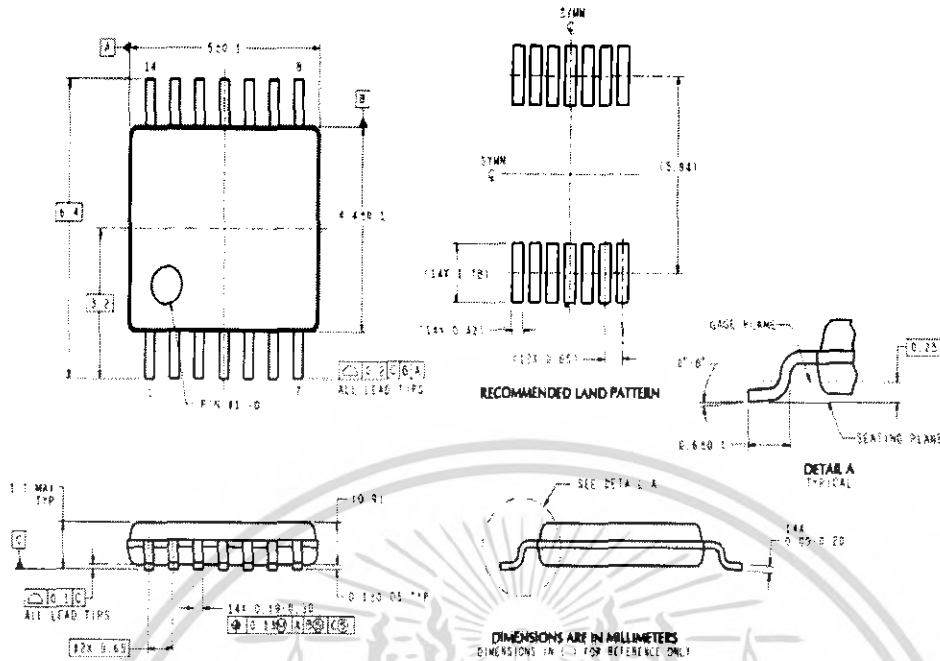
LM124/LM224/LM324/LM2902

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



14-Pin TSSOP
 Order Number LM324MT or LM324MTX
 NS Package Number MTC14

MTC14 (Rev D)

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

BANNED SUBSTANCE COMPLIANCE

National Semiconductor certifies that the products and packing materials meet the provisions of the Customer Products Stewardship Specification (CSP-9-111C2) and the Banned Substances and Materials of Interest Specification (CSP-9-111S2) and contain no "Banned Substances" as defined in CSP-9-111S2.

 National Semiconductor Americas Customer Support Center Email: na.feedback@nsc.com Tel: 1-800-272-9959	National Semiconductor Europe Customer Support Center Fax: +49 (0) 180-330 95 86 Email: europa.support@nsc.com Deutsch Tel: +49 (0) 89 9306 6208 English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171 Français Tel: +33 (0) 1 41 01 8790	National Semiconductor Asia Pacific Customer Support Center Email: ap.support@nsc.com	National Semiconductor Japan Customer Support Center Fax: 81-3-5639-7507 Email: jpn.feedback@nsc.com Tel: 81-3-5639-7580
--	--	---	--

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้