

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฅ
อักษรย่อและสัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	5
บทที่ 2 หลักการ เหตุผล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 เครื่องกัด	6
2.2 ระบบซีเอ็นซี	7
2.3 เส้นทางเดินซีเอ็นซี	10
2.4 สเต็ปป์มอเตอร์	12
2.5 การเชื่อมต่อผ่านพอร์ตขนานของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	18
2.6 องค์ประกอบสำหรับงานกัด	22
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	25
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	25
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	27
3.3 การทดสอบการทำงาน	57
บทที่ 4 ผลการวิจัย และการวิจารณ์ผลการวิจัย	59
4.1 วัตถุประสงค์ของการทดสอบ	59
4.2 การทดสอบการใช้งานจริง	59

	หน้า
4.3 การทดสอบเพื่อหาค่าความผิดพลาด (Error)	61
4.4 การทดสอบเพื่อหาค่าความละเอียด (Resolution)	62
4.5 การทดสอบเพื่อหาค่าความสามารถในการทวนซ้ำ (Repeatability)	63
4.6 การวิจารณ์ผลการทดสอบการใช้งานจริง	64
4.7 การวิจารณ์ผลการทดสอบค่าความผิดพลาด	65
4.8 การวิจารณ์ผลการทดสอบค่าความละเอียด	66
4.9 การวิจารณ์ผลการทดสอบค่าความสามารถในการทวนซ้ำ	66
บทที่ 5 บทสรุป	67
5.1 สรุปผลการวิจัย	67
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	68
5.3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ	69
บทที่ 6 การใช้งานระบบควบคุม	71
6.1 คุณลักษณะของโปรแกรมควบคุม	71
6.2 คำสั่งที่ระบบควบคุมสามารถรับและทำงานได้	72
6.3 ความสามารถในการผลิตชิ้นงาน	73
6.4 ความสามารถในการใช้พอร์ต	74
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ตารางข้อมูลสำหรับงานกัด	78
ภาคผนวก ข ข้อมูลคุณลักษณะของคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยว	
Mity-Mite Module	79
ภาคผนวก ค การใช้งานพอร์ตทอเนกประสงค์ 16 บิต	80
ภาคผนวก ง รูปถ่าย	81
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งานโปรแกรมควบคุม	86
ประวัติผู้เขียน	90

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 สัญญาณที่สำคัญของพอร์ตขนานที่ใช้ติดต่อกับเครื่องพิมพ์	20
2.2 คุณสมบัติสัญญาณทั้งหมดที่ใช้งาน โดยพอร์ตขนาน	20
2.3 แอคเตอรส์ของพอร์ตขนาน	21
2.4 ตำแหน่งของหน่วยความจำที่เก็บค่าแอคเตอรส์ของพอร์ตต่าง ๆ	21
2.5 สัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในคำสั่ง G-code และ โปรแกรม NC	23
3.1 Standard Parallel Port (SPP) ของพอร์ต Data	28
3.2 Standard Parallel Port (SPP) ของพอร์ต Status	28
3.3 Standard Parallel Port (SPP) ของพอร์ต Control	29
3.4 การเชื่อมสายสัญญาณต่าง ๆ ของแผงวงจรควบคุมเสถียรปึงมอเตอร์	31
3.5 การเชื่อมต่อท่อนอกประสงค์กับสายสัญญาณแบบพอร์ตเครื่องพิมพ์	49
4.1 ผลการวัดขนาดชิ้นงานและผลการวิเคราะห์ค่าความผิดพลาด	62
4.2 ผลการทดสอบเพื่อหาค่าความละเอียด	63
4.3 ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ความสามารถในการทวนซ้ำ	64
6.1 คุณลักษณะของโปรแกรมควบคุม	70
6.2 คำสั่งที่ระบบสามารถรับและทำงานได้	71
ก-1 ข้อมูลความเร็วกัดและอัตราป้อนสำหรับงานกัด	76
ค-1 ข้อมูลเพื่อการสั่งงานผ่านพอร์ตท่อนอกประสงค์	78

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1 แสดงการควบคุมของระบบซีเอ็นซีผ่านทางพอร์ต USB	4
2.1 ทิศทางของการเคลื่อนที่ในแนวแกน X, Y และ Z สำหรับ เครื่องกัดแบบต่าง ๆ	6
2.2 องค์ประกอบของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	7
2.3 เครื่องกัดซีเอ็นซีแบบ 3 แกน	8
2.4 การวัดตำแหน่งโดยตรง	9
2.5 การวัดตำแหน่งทางอ้อม	9
2.6 เส้นเดินทางแบบเส้นตรงจากจุด $P_1$ ไปยังจุด $P_2$	10
2.7 เส้นทางเดินแบบเส้นโค้งจากจุด $P_1$ ไปยังจุด $P_2$	11
2.8 โครงสร้างภายในของเสต็ปปีงมอเตอร์แบบ VR	13
2.9 ระบบขับเสต็ปปีงมอเตอร์	15
2.10 โปรแกรมควบคุมเสต็ปปีงมอเตอร์อย่างง่าย	16
2.11 กราฟแรงบิดกับความเร็วของเสต็ปปีงมอเตอร์	18
2.12 ไดอะแกรมเวลาของการส่งสัญญาณไปยังเครื่องพิมพ์	19
2.13 องค์ประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับงานกัด	22
3.1 เครื่องกัดแนวตั้งขนาดเล็ก SHERLINE รุ่น 5410	26
3.2 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบแผงวงจรเดี่ยวชนิด PC /104 รุ่น Mity-Mite	26
3.3 แผงวงจรควบคุมเสต็ปปีงมอเตอร์ของ SILA Research รุ่น EX-STEPM	26
3.4 การต่อวงจรควบคุมเสต็ปปีงมอเตอร์สำหรับมอเตอร์ 3 ชุดกับพอร์ตขนาน	27
3.5 วงจรควบคุมเสต็ปปีงมอเตอร์	30
3.7 ตัวอย่างส่วนของโปรแกรมที่กำหนดค่าตัวแปรสถานะของการรับสัญญาณ จากลิมิตสวิทช์	33
3.8 โพรซีเจอร์ FindPrinterPort	33
3.9 โพรซีเจอร์ SetTimer	34
3.10 โพรซีเจอร์ WaitTimer	35

รูป	หน้า
3.11 โพรซีเยอร์ DriveStep	36
3.12 โพรซีเยอร์ GetReady	37
3.13 โพรซีเยอร์ UnloadMotor	37
3.14 โพรซีเยอร์ FindZero1, FindZero2 และ FindZero3	38
3.15 โพรซีเยอร์ LinearInput	41
3.16 โพรซีเยอร์ CirInput	42
3.17 แผนผังความคิดของการทำงานของโปรแกรมโดยรวม	44
3.18 แผนผังความคิดของการทำงานของเครื่องกัดแบบรวดเร็ว และแบบเชิงเส้น 1 มิติ	45
3.19 แผนผังความคิดของการทำงานของเครื่องกัดแบบเชิงเส้น 2 มิติ	46
3.20 แผนผังความคิดของการทำงานของเครื่องกัดแบบเชิงเส้น 3 มิติ	47
3.21 จุดเปลี่ยนแกนของการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง	47
3.22 รูปแบบเส้นทางการขั้มอเตอร์ในการเคลื่อนที่แบบเส้นโค้ง	48
3.23 รูปแบบของส่วนหัวและส่วนประกาศตัวแปร	52
3.24 โพรซีเยอร์ DriveStep	54
3.25 โพรซีเยอร์ GetReady	55
3.26 โพรซีเยอร์ UnloadMotor	56
4.1 รูปสามมิติที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม	60
4.2 ชั้่นงานจริงที่เครื่องกัดสร้างขึ้น	60
4.3 รูปแบบชั้่นงานที่ใช้ทดสอบหาค่าความผิดพลาด	61
4.4 ตำแหน่งที่ทำการวัดขนาดชั้่นงาน	61
4.5 เส้นทางการทดสอบความสามารถในการทวนซ้ำในแนวแกน X และ Y	63

## อักษรย่อและสัญลักษณ์

อักษรย่อ	ความหมาย
CNC	Computer Numerical Control
NC	Numerical Control
MB	Mega Byte
KB	Kilo Byte
PLC	Programable Logic Control
D/A	Digital to Analog
I/O	Input and Output
USB	Universal Serial Bus
TTL	Transister to Transister Logic
LPT	Line Printer
SPP	Standard Paraller Port
MSB	Most Significant Byte
LSB	Least Significant Byte

สัญลักษณ์	ความหมาย
R, r	รัศมี
V	ความเร็ว
$V_x$	ความเร็วในแนวแกน X
$V_y$	ความเร็วในแนวแกน Y
$V_f$	ความเร็วในการป้อนชิ้นงาน
$\Delta x$	ระยะทางที่เปลี่ยนไปตามแนวแกน X
$\Delta y$	ระยะทางที่เปลี่ยนไปตามแนวแกน Y
$\theta$	ตำแหน่งเชิงมุม
h	อักษรกำกับเลขฐาน 16

## สัญลักษณ์

## ความหมาย

$\theta_s$	มุมเสด็จ
d	เส้นผ่านศูนย์กลางมัดกั๊ด (มิลลิเมตร)
s	ความเร็วรอบของมัดกั๊ด (รอบ/นาที)
u	อัตราป้อนมัดกั๊ด (มิลลิเมตร/นาที)