

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ชื่อโครงการ	1
1.2 ประเภทของงานศึกษาวิจัย	1
1.3 สาขาที่ทำการวิจัย	1
1.4 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	2
1.5 วัตถุประสงค์ของโครงการศึกษาวิจัย	2
1.6 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)	2
1.7 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)	2
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.9 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย	2
1.10 วิธีการศึกษาวิจัย	3
1.11 อุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย	3
1.12 แผนการดำเนินการศึกษาวิจัย	4
1.13 สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 บทนำ	5
2.2 เครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC Machine)	5
2.3 ประโยชน์ของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี	6
2.4 ส่วนประกอบพื้นฐานของระบบซีเอ็นซี	7
2.5 การควบคุมการขับเคลื่อนเซอร์โว (Servo Drive Control)	9
2.6 อุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรซีเอ็นซี	10
2.7 ชุดควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักรกล	28
2.9 ระบบการวัด (Measuring Systems)	34
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	36
3.1 ศึกษาข้อมูลลักษณะการทำงานของเครื่องจักร CNC MAKINO FANUC 3000C ในระบบเดิม	35
3.2 ทำการทดสอบการทำงานของระบบขับเคลื่อน SERVO MOTOR แกน X, Y, Z	35
3.3 ทำการทดสอบการทำงานของระบบหล่อลื่นและระบบน้ำหล่อเย็นของเครื่องจักร CNC MAKINO FANUC 3000C	36
3.4 ดำเนินการติดต่อกับ บริษัท NC Advance Technology เพื่อขอข้อมูล การขับเคลื่อน SPINDLE MOTOR ของเครื่องจักรรุ่นที่คล้ายกันเพื่อศึกษาการทำงานและการควบคุม	37
3.5 ทำการทดสอบการทำงานของระบบกลไกที่ทำงานร่วมกับ SPINDLE MOTOR	37
3.6 ศึกษาลักษณะการทำงานของชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	38
3.7 ออกแบบและจัดทำชิ้นส่วนที่จำเป็นต่อการดัดแปลงเครื่องจักรและระบบควบคุม	38
3.8 ทำการจัดลำดับการทำงานของอุปกรณ์	40
3.9 เชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับระบบต่างๆของเครื่องจักร	40
3.10 ทำการ Set Machine Parameter และเขียน PLC ลงในชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	40
3.11 ทดสอบเครื่องจักร	40
3.12 แก้ไขในจุดที่บกพร่อง และสรุปผลการวิจัย	40
3.13 เขียนรายงานการทำงานวิจัยโครงการ	40
บทที่ 4 ผลการดำเนินงานวิจัย	41
4.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องจักร CNC MAKINO FANUC 3000C	41
4.2 ทำการทดสอบการทำงานของระบบขับเคลื่อน SERVO MOTOR แกน X, Y, Z	57
4.3 ทำการทดสอบการทำงานของระบบหล่อลื่นและระบบน้ำหล่อเย็นของเครื่องจักร CNC MAKINO FANUC 3000C	59

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการติดต่อกับ บริษัท NC Advance Technology เพื่อขอข้อมูล การขับเคลื่อน SPINDLE MOTOR ของเครื่องจักรรุ่นที่คล้ายกันเพื่อศึกษาการทำงานและการควบคุม	63
4.5 ผลการทดสอบการทำงานของระบบกลไกที่ทำงานร่วมกับ SPINDLE MOTOR	65
4.6 ผลการศึกษาลักษณะการทำงานของชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	66
4.7 ผลออกแบบและจัดทำชิ้นส่วนที่จำเป็นต่อการดัดแปลงเครื่องจักรและระบบควบคุม	70
4.8 ผลการจัดลำดับการทำงานของอุปกรณ์	72
4.9 ผลการเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับระบบต่างๆของ Controller TNC 310	72
4.10 ผลการ Set Machine Parameter และเขียน PLC ลงในชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	72
4.11 ผลการทดสอบการเดินเครื่องจักร	73
4.12 อื่นๆ	73
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	74
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงการ	74
5.2 ข้อเสนอแนะ	75
ภาคผนวก	77
ภาคผนวก ก วงจรไฟฟ้า	78
ภาคผนวก ข ผลการทดสอบความสัมพันธ์ของ Digital Input กับ Spindle speed	89
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการ โปรแกรม NC Code ด้วย HEIDENHAIN Conversation	100
ภาคผนวก ง การใช้โปรแกรม TNCREMO ในการส่ง NC File ผ่านทาง RS232-C Port จากคอมพิวเตอร์ และข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดระหว่างการ Programs NC Code มาตรฐานกับ NC Code แบบ HEIDENHAIN Conversation	113
ภาคผนวก จ ใบเสนอราคาชุด TOOL HOLDER จาก หจก. ทีเอส แมชชีนทูลส์ แอน เซอร์วิส	119
ภาคผนวก ฉ ขั้นตอนการเปิด-ปิด เครื่อง	124
เอกสารอ้างอิง	129
ประวัติผู้วิจัย	130

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างชิ้นงานที่มีความซับซ้อน(ไฟล์ตัวอย่าง พันธุ์ศิริ วรรณ โภมล)	6
2.2 อุปกรณ์เก็บข้อมูลของโปรแกรมเอ็นซี(อำนาจ ทองแสน, 2544)	7
2.3 ตัวอย่างการควบคุมเครื่องจักรด้วยวงรอบเปิด(อำนาจ ทองแสน, 2544)	8
2.4 โค้ดแกรมระบบขับเซอร์โวแบบวงรอบปิดที่ใช้ Resolver แบบอนาล็อก (S.C. Jonathan Lin,1994)	9
2.5 โค้ดแกรมระบบขับเซอร์โวแบบวงรอบปิดที่ใช้ Resolver แบบดิจิทัล (S.C. Jonathan Lin,1994)	10
2.6 ตัวอย่างรีเลย์(Reley)ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี	11
2.7 ส่วนประกอบของแมกเนติกส์คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor) (www.9engineer.com)	11
2.8 โค้ดแกรมการทำงานของแมกเนติกส์คอนแทกเตอร์(www.9engineer.com)	12
2.9 ตัวอย่างแมกเนติกส์คอนแทกเตอร์ (Magnetic Contactor)ที่ใช้กับเครื่องซีเอ็นซี	13
2.10 ส่วนประกอบของ Incremental Encoder (De silva ,Clarence W.Desiva,1989)	15
2.11 รูปแสดงลักษณะของ Optical Encoder(De silva ,Clarence W.Desiva,1989)	15
2.12 แสดงช่องตรวจวัดแสง INNOR TRACK , OUTER TRACK	16
2.13 แสดงลักษณะของแผ่นคิสท์ของ Encoder(De silva ,Clarence W.Desiva,1989)	16
2.14 โค้ดแกรมแสดงอุปกรณ์ภายในของ Incremental Encoder (De silva ,Clarence W.Desiva,1989)	17
2.15 โครงสร้างของ DC servo motor แบบที่มีแปรงถ่าน (S.C. Jonathan Lin,1994)	19
2.16 ลักษณะของ MCU (S.C.Jonathan Lin. 1994)	21
2.17 จอภาพแอลซีดี (LCD Display)ข้อมูลที่ใช้งานอยู่	22
2.18 สวิตช์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับController	23
2.19 Electronic Handwheel HEIDENHAIN	24
2.20 ระบบควบคุมการขับเซอร์โว(Servo drive control) (S.C.Jonathan Lin. 1994)25	
2.21 การเชื่อมต่อพีเอ็มซี (PMC)กับระบบควบคุมเครื่องจักรซีเอ็นซี (S.C.Jonathan Lin. 1994)	27
2.22 การกำหนดแนวแกนของเครื่องจักร(S.C.Jonathan Lin. 1994)	28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.23 การกำหนดแนวแกน ของเครื่องจักรเพลาตั้ง (S.C. Jonathan Lin,1994)	29
2.24 การกำหนดแนวแกน ของเครื่องจักรเพลาอน(S.C.Jonathan Lin. 1994)	29
2.25 การกำหนดทิศทางเคลื่อนที่หมุนรอบแนวแกน (S.C.Jonathan Lin. 1994)	30
2.26 CNC 4 Axes (S.C.Jonathan Lin. 1994)	30
2.27 การกำหนดแนวแกนที่ 2 และทิศทางเคลื่อนที่ของแนวแกน	31
2.28 เครื่องกลึง CNC มีป้อมมีด 2 ชุด (S.C.Jonathan Lin. 1994)	31
2.29 เครื่องกัด CNC ที่มีแนวแกนที่ 2 (U, W) (S.C.Jonathan Lin. 1994)	32
2.30 เครื่องกัด CNC ที่มีแนวแกนที่ 2 (W)	32
2.31 เครื่องกัดชนิด 2 หัวกัด(S.C.Jonathan Lin. 1994)	33
2.32 เครื่องกลึง CNC แนวตั้ง 6 Axes (S.C.Jonathan Lin. 1994)	33
2.33 การวัดตำแหน่งโดยตรง	34
2.34 การวัดตำแหน่งทางอ้อม	34
3.1 เครื่องจักร CNC MAKINO FANUC	35
3.2 SERVO DRIVE แกน X, Y, Z	35
3.3 Oil pumpของเครื่องจักร CNC MAKINO FANUC 3000C	36
3.4 Coolant tank และ Coolant pump	36
3.5 SPINDLE SERVO DRIVE	37
3.6 กลไกที่ทำงานร่วมกับ SPINDLE	37
3.7 ชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	38
3.8 ฐานยึดสัญญาณ Feedback (Encoder)	38
3.9 คู่มือสำหรับ ชุดควบคุม HEIDENHAIN TNC 310	39
3.10 COUPLING	39
3.11 LOGO Software (CAD/CAM) ที่จะใช้ทดสอบ RUN (Mechanical Desktop 6 & hypermill)	40
4.1 ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวแกน X	41
4.2 DC servo drive แกน X	42
4.3 ลักษณะการเคลื่อนที่ในแนวแกน Y	42

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.4 Motor แกน Y	43
4.5 DC servo drive แกน Y	43
4.6 DC servo drive แกน Y	44
4.7 DC servo drive แกน Z	44
4.8 Spindle Motor and Gear Change system	45
4.9 Oil Cooler & Hydraulic Unit	46
4.10 การเข้าออกของน้ำมันของ Oil Cooler & Hydraulic	46
4.11 ห้องเกียร์ ขณะทำงาน Low	47
4.12 เฟืองคั่นกำลังต่อตรงจากแกน Motor	47
4.13 ชุดเฟืองขับ GEAR LOW	48
4.14 ชุดเฟืองขับ GEAR HIGH	48
4.15 ลำดับการทำงานของ การเปลี่ยน	49
4.16 ชุด Switch สั่งงานที่หน้าเครื่อง	50
4.17 ชุดที่ Unclamp, Clamp Tool, Spindle break	50
4.18 ชุดที่ Clutch และ Spindle Break ทำงาน	50
4.19 ชุดที่ Clutch ทำงาน	51
4.20 ชุดที่ Break ทำงาน	51
4.21 ชุดที่ใส่ Tool holder	52
4.22 เกลียวที่ใช้ล็อก Tool Holder	52
4.23 ลักษณะ Tool Holder	52
4.24 เกลียวที่ใช้ยึด	52
4.25 น้ำมันหล่อลื่นห้องเกียร์	53
4.26 อ่างพักน้ำมันรอการดูดกลับลงไปที่ Oil Cooler แล้วปั๊มกลับขึ้นมาใหม่	53
4.27 การเข้าออกของน้ำมัน ที่ Oil Cooler	54
4.28 Temperature Variable ปรับอุณหภูมิการทำงาน ของระบบทำความเย็น	54
4.29 Oil Pump	55
4.30 สายน้ำมันหล่อลื่น	55
4.31 ปลายท่อน้ำหล่อเย็นขณะทำงาน	56

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.32 Coolant Unit	56
4.33 Breaker ของ Servo Drive X Y Z	57
4.34 รายละเอียดขาของ Connector ของ Servo Drive	57
4.35 วงจร Voltage ทดสอบการทำงานของ Servo Drive	58
4.36 Connector ของ Servo Drive	58
4.37 ช่องเติมน้ำมันและตาแมวตรวจระดับน้ำมัน	59
4.38 หลอดแก้วแสดงการทำงาน	60
4.39 Oil Cooler Unit	60
4.40 พัดลมของ Oil Cooler	61
4.41 สายน้ำมันหล่อลื่น	61
4.42 ป้อนน้ำมันหล่อลื่น	62
4.43 Magnetic ลังน้ำหล่อเย็น	62
4.44 รายละเอียดการควบคุม Spindle Drive Unit	63
4.45 Spindle Drive Unit	64
4.46 รายละเอียดของ DAC-80	65
4.47 วิธีการต่อจากคุณสุวัศชัย	67
4.48 การต่ออุปกรณ์ที่ผิดวิธี	68
4.49 Port ต่างๆ บน Controller TNC 310	69
4.50 ฐานยึด Encoder ใหม่	70
4.51 ฐานยึด Encoder เก่า	70
4.52 คู่มือ Controller ใหม่	71
4.53 คู่มือ Controller เก่า	71
4.54 COUPLING ใหม่	71
4.55 COUPLING เก่า	71
4.56 สาย Encoder ถูกเบียด	72
4.57 ฝาครอบกันสาย Encoder	72
5.1 Electronic Handwheel HEIDENHAIN รุ่น HR410	77
5.2 Touch Probe รุ่น TS 220	78

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Digital Input กับความเร็วตัด(RPM)	99
ง.1 TNCREMO Properties	114
ง.2 TNCREMO.EXE	115
ง.3 TNCREMO ขณะพร้อมรับส่ง File	115
ฉ.1 Main Breaker ทดัก	125
ฉ.2 Main Breaker ของเครื่อง	125
ฉ.3 Switch Power ON/OFF	126
ฉ.4 Switch ควบคุมที่หน้าเครื่อง	126
ฉ.5 Switch ควบคุมที่หน้าController	127

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 รายละเอียด Pin ของ Encoder ROD 486 1Vpp	68
4.2 รายละเอียด Pin ของ TNC310 X1-X4	68
ง.1 ข้อแตกต่างระหว่าง NC Code	117