

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่
1-1 รถชุดเจาะก็เป็นรถที่ทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์	1
2-1 โครงสร้างภายในของ AC Servo Motor	3
2-2 ระบบควบคุม Servo Motor	4
2-3 ภาพส่วนประกอบของ AC Servo Motor	5
2-4 การจ่ายไฟและทิศทางการเกิดสนามแม่เหล็ก	6
2-5 โครงสร้าง AC Servo Motor ที่มี 4 โพลหรือโพลมี 2 คู่	6
2-6 ส่วนประกอบของสเตอรนเกจ	8
2-7 วงจรไฟฟ้าสำหรับสเตอรนเกจแบบวิสโตนบริดจ์	9
2-8 การใช้ความต้านทานตัวหนึ่งในวงจรบริดจ์ เป็นตัวตรวจวัดค่าความเครียด	9
2-9 การต่อวงจรเพื่อป้องกันผลกระทบจากอุณหภูมิจากการใช้งานสเตอรนเกจ	10
2-10 การเกิดความดันในระบบไฮดรอลิกส์	12
2-11 ค่าของความดันที่เกิดขึ้นจากแรงมากระทำต่อวัตถุ	13
2-12 การส่งถ่ายความดัน	13
2-13 การส่งถ่ายความดันโดยกระบอกสูบทำงานสองทาง	14
2-14 โครงสร้างของระบบไฮดรอลิกส์	17
2-15 สัญลักษณ์กระบอกสูบไฮดรอลิกส์	18
2-16 สัญลักษณ์มอเตอร์ไฮดรอลิกส์	18
2-17 สัญลักษณ์อุปกรณ์ควบคุมการไหล	19
2-18 สัญลักษณ์อุปกรณ์ควบคุมความดัน	19
2-19 สัญลักษณ์วาล์วเปลี่ยนทิศทางการไหล	19
2-20 สัญลักษณ์ปั๊มไฮดรอลิกส์	20
2-21 สัญลักษณ์วิธีการบังคับให้อุปกรณ์ทำงาน	20
2-22 อุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์	21
2-23 สัญญาณดิจิทัล 2 ชนิด	23
2-24 สัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 ชนิด	24
2-25 การ์ด DAQ รุ่น PCI-6221 (68 pin)	25
2-26 ขาต่อใช้งานของ CARD DAQ รุ่น PCI-6221 (68 pin)	26
2-27 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบปิด พีไอดี	28
2-28 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (กระทำตามลำดับ)	29
2-29 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (การกระทำอนุพันธ์)	30
2-30 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (ตัวกระทำปริพันธ์)	31
2-31 ผลการตอบสนองของตัวควบคุมแบบต่างๆ	32

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
2-32 Encoder แบบเพิ่มค่าด้านซ้ายแบบหมุน ด้านขวาแบบเคลื่อนที่เชิงเส้น	33
2-33 Absolute Encoder แบบเลื่อนแนวตรงขนาด 4 บิต	34
2-34 การออกแรงดึงแผ่นไม้	34
3-1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	37
3-2 ขั้นตอนการดำเนินงาน(ต่อ)	38
3-3 ขั้นตอนการดำเนินงาน(ต่อ)	39
3-4 ขั้นตอนการดำเนินงาน(ต่อ)	40
3-5 ระบบไฮดรอลิกส์ของโครงงาน	42
3-6 ระบบไฮดรอลิกส์ของโครงงาน	42
3-7 Pressure sensor ที่ใช้วัดความดันภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	43
3-8 ระบบไฮดรอลิกส์ของโครงงานหลังจากซ่อมบำรุงแล้ว	44
3-9 AC Servo Motor ที่ใช้ป้อนชุด Master	44
3-10 Load Cell ที่ใช้วัดแรงป้อนกลับ	45
3-11 ชุด Master	45
3-12 ชุด Master ที่ประกอบเสร็จแล้ว	46
3-13 ตัวคอนโทรลของระบบควบคุม AC Servo Motor	47
3-14 ตัวคอนโทรลของระบบควบคุมปั๊มไฮดรอลิกส์	47
3-15 แผงควบคุมของโครงงาน	48
3-16 วงจรขยายสัญญาณ	49
3-17 วงจรขยายสัญญาณที่กดปรี้นเสร็จแล้ว	49
3-18 โหลดที่ใช้ทดลองมีขนาด 30 นิวตัน	50
3-19 Output ที่ได้ขณะที่ไม่มีโหลด	50
3-20 Output ที่ได้ขณะที่มีโหลด 30 นิวตัน	51
3-21 การติดตั้ง Encoder เพื่อวัดตำแหน่งองศาของกระบอสูบไฮดรอลิกส์	51
3-22 ภาพรวมของโครงงานระบบควบคุมกระบอสูบไฮดรอลิกส์ด้วยแรงป้อนกลับ	52
3-23 โปรแกรมควบคุมทิศทางกระบอสูบไฮดรอลิกส์	53
3-24 โปรแกรมรับค่าองศาจาก AC Servo Motor	53
3-25 โปรแกรมรับค่าองศาจากกระบอสูบไฮดรอลิกส์	54
3-26 โปรแกรมควบคุมตำแหน่งของกระบอสูบไฮดรอลิกส์	55
3-27 จอแสดงผลตำแหน่งของกระบอสูบไฮดรอลิกส์	55
3-28 โปรแกรมควบคุมตำแหน่งของ AC servo Motor	56
3-29 หน้าจอแสดงผลตำแหน่งของ AC servo Motor	57

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
3-30 โปรแกรมควบคุม AC Servo Motor โดยกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	57
3-31 หน้าจอแสดงผลการควบคุม AC Servo Motor โดยกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	58
3-32 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการควบคุม แบบส่งตำแหน่งไป – ส่งตำแหน่งกลับ (P-P)	59
3-33 โปรแกรมควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งตำแหน่งกลับ แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-P)	60
3-34 หน้าจอแสดงผลการควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งตำแหน่งกลับ แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-P)	61
3-35 โปรแกรมบันทึกค่าการทำงาน	62
3-36 โปรแกรมควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งตำแหน่งกลับ แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-P)	63
3-37 หน้าจอแสดงผลการควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งตำแหน่งกลับ แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-P)	64
3-38 โปรแกรมบันทึกค่าการทำงาน	65
3-39 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบการควบคุม แบบส่งตำแหน่งไป – ส่งแรงกลับ (P-F)	65
3-40 โปรแกรมควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งแรงกลับ แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-F)	66
3-41 หน้าจอแสดงผลการควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งแรงกลับ แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-F)	67
3-42 โปรแกรมบันทึกค่าการทำงาน	68
3-43 โปรแกรมควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งแรงกลับแบบมีการชดเชย (P-F)	69
3-44 หน้าจอแสดงผลการควบคุมแบบส่งตำแหน่งไปและส่งแรงกลับ แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์ (P-F)	70
3-45 โปรแกรมบันทึกค่าการทำงาน	71
4-1 การทดลองแบบแรงที่ป้อนกลับมายังชุด Master เกิดจากองค์ที่แตกต่างกัน	74
4-2 โหลดที่ใช้ในการทดลอง	74
4-3 กราฟการทดลองที่โหลดหนัก 500 นิวตัน แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	75
4-4 กราฟการทดลองที่โหลดหนัก 500 นิวตัน แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	77

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
4-5 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1000 นิวตัน แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	79
4-6 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1000 นิวตัน แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	81
4-7 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1500 นิวตัน แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	83
4-8 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1500 นิวตัน แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	85
4-9 กราฟการเปรียบเทียบของค่าของชุด Master กับชุด Slave ทดลองที่ไหลตหนัก 500, 1000, 1500 นิวตันแบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทาน และมีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-P)	87
4-10 การทดลองแบบแรงที่ป้อนกลับมายังชุด Master เกิดจากความดันภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	89
4-11 ตัวอย่างไหลตที่ใช้ในการทดลอง	89
4-12 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 500 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	90
4-13 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	92
4-14 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของไหลตและความดันที่เกิดขึ้น	92
4-15 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 500 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	93
4-16 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	95
4-17 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของไหลตและความดันที่เกิดขึ้น	95
4-18 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1000 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	96
4-19 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	98
4-20 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของไหลตและความดันที่เกิดขึ้น	98
4-21 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1000 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	99
4-22 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	101
4-23 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของไหลตและความดันที่เกิดขึ้น	101
4-24 กราฟการทดลองที่ไหลตหนัก 1500 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบไฮดรอลิกส์	102

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้าที่
4-25 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	104
4-26 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของโหลดและความดันที่เกิดขึ้น	104
4-27 กราฟการทดลองที่โหลดหนัก 1500 นิวตัน(แบบ P-F) แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์	105
4-28 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	107
4-29 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของโหลดและความดันที่เกิดขึ้น	107
4-30 กราฟการเปรียบเทียบองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave ทดลองที่โหลดหนัก 500, 1000, 1500 นิวตันแบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทาน และมีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์(แบบ P-F)	108
4-31 กราฟการทดลองที่โหลดหนัก 1000 นิวตัน แบบมี Disturbance แบบที่ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์แบบ (P-F)	110
4-32 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	112
4-33 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของโหลดและความดันที่เกิดขึ้น	112
4-34 กราฟการทดลองที่โหลดหนัก 1000 นิวตัน แบบมี Disturbance แบบที่มีการชดเชยแรงเสียดทานภายในกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์แบบ (P-F)	113
4-35 กราฟแสดงองค์ค่าของชุด Master กับชุด Slave	115
4-36 กราฟแสดงแรงที่ป้อนกลับมากับน้ำหนักของโหลดและความดันที่เกิดขึ้น	115
ก-1 วงจรขยายสัญญาณจาก Load Cell	124
ก-2 ลายวงจรขยายสัญญาณจาก Load Cell	124
ก-3 วงจรที่สั่งให้ AC Servo Motor หมุนและกำหนดทิศทางการหมุน	125
ก-4 ลายวงจรที่สั่งให้ AC Servo Motor หมุนและกำหนดทิศทางการหมุน	125
ข-1 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม แบบ P – P ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทาน	128
ข-2 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม แบบ P – P มีการชดเชยแรงเสียดทาน	128
ข-3 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม แบบ P – F ไม่มีการชดเชยแรงเสียดทาน	129
ข-4 โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม แบบ P – F มีการชดเชยแรงเสียดทาน	129
ค-1 การบันทึกค่าจากโปรแกรม LabVIEW	132
ค-2 รูปแบบการบันทึกค่าจากโปรแกรม LabVIEW เป็น TextFile.txt	132
ค-3 เปิดและเขียนกราฟจาก TextFile.txt ผ่านโปรแกรม Microsoft Excel	133