

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของงานวิจัย	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 คำนิยามศัพท์	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ทฤษฎีระบบไฮดรอลิกส์, กระบอกสูบ, และปั๊ม	5
2.2 ทฤษฎีสำหรับการควบคุมแบบพีไอดี (PID Controller)	12
2.3 เอซีเซอร์โวมอเตอร์ (AC Servo Motor)	26
2.4 เซอร์โวไดรฟ์ (Servo Drive)	30
2.5 โปรแกรมแลบวิว (LabVIEW)	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	39
3.1 กำหนดเป้าหมาย	43
3.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ	43
3.3 ศึกษาวงจรไฮดรอลิกส์	44
3.4 ออกแบบในส่วนของเครื่องกล	45
3.5 ออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุม	49
3.6 จัดหาอุปกรณ์และติดตั้ง	52
3.7 เขียนโปรแกรมควบคุมและเก็บค่าผลการทดลอง	54
3.8 ทำการเปรียบเทียบการทำงาน	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้าที่

บทที่ 4 ผลการทดลอง

65

4.1	ผลการทดลองการควบคุมตำแหน่งของก้านสูบโดย การควบคุมแบบพีไอ	65
4.2	ผลการทดลองการควบคุมความเร็วของก้านสูบโดย การควบคุมแบบพี	78
4.3	ผลการทดลองการควบคุมความดัน โดยการ ควบคุมแบบพี	90
4.4	สรุปผลการทดลอง	98

บทที่ 5 สรุปผลปัญหาและข้อเสนอแนะ

99

5.1	สรุปผลของโครงการ	99
5.2	ปัญหาและแนวทางแก้ไข	101
5.3	ข้อเสนอแนะ	103

บรรณานุกรม

105

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	107
ภาคผนวก ข	111
ภาคผนวก ค	113
ประวัติผู้จัดทำ	117

สารบัญตาราง

ตาราง ที่		หน้าที่
2-1	ชนิดของกระบอกสูบทำงานสองทาง (Cylinder Types)	11
2-2	ผลกระทบของค่าเกนในตัวควบคุมแบบพีไอดี ต่อการตอบสนองของระบบ	18
2-3	การหาค่าพารามิเตอร์ของการควบคุม ด้วยวิธี Process Reaction Curve	20
2-4	การหาค่าพารามิเตอร์ของการควบคุม ด้วยวิธี Ultimate Method	21
2-5	การจำแนกระบบควบคุมแบบลูปปิด (Closed Loop Control)	27
2-6	ลักษณะของเส้น (wire) ข้อมูลแต่ละชนิดในแลบVIEW	36
3-1	ระยะเวลาในการดำเนินงาน	42
3-2	รายชื่ออุปกรณ์ทั้งหมด	53
3-3	การหาค่าพารามิเตอร์ของการควบคุมด้วยพีไอดี โดยวิธีของ Ziegler-Nichols	59
4-1	ผลการทดลองการควบคุมตำแหน่ง แบบขั้นตรง	70
4-2	ผลการทดลองการควบคุมตำแหน่ง โดยใช้วาล์วควบคุมทิศทาง	75
4-3	การเปรียบเทียบผลการทดลอง การควบคุมตำแหน่งทั้งหมด ที่ระยะ 0-120 มิลลิเมตร 0-180 มิลลิเมตร และ 0-250 มิลลิเมตร	76
4-4	การเปรียบเทียบผลทดลองการควบคุมความเร็ว ทั้งหมด ที่ความเร็ว 0.02 เมตรต่อวินาที 0.03 เมตรต่อวินาที และ 0.035 เมตรต่อวินาที	88
4-5	การเปรียบเทียบผลการทดลอง การควบคุมความดันทั้งหมด	96
4-6	การเปรียบเทียบระหว่าง โดเมนของเวลา (Time	97

	Domain) กับโดเมนของความถี่(Frequency Domain)	
5-1	การเปรียบเทียบผลการทดลอง การควบคุม ตำแหน่งทั้งหมด ที่ระยะ 0-120 มิลลิเมตร 0-180 มิลลิเมตร และ 0-250 มิลลิเมตร	99
5-2	การเปรียบเทียบผลการทดลอง การควบคุม ความเร็วทั้งหมดที่ความเร็ว 0.02 เมตรต่อวินาที 0.03 เมตรต่อวินาที และ 0.035 เมตรต่อวินาที	100
5-3	การเปรียบเทียบผลการทดลอง การควบคุมความ ดันทั้งหมด	101

สารบัญภาพ

ภาพ ที่		หน้าที่
1-1	สัดส่วนของระบบไฮดรอลิกส์ที่มีใช้อยู่ใน อุตสาหกรรม	1
2-1	เครื่องฉีดพลาสติก	6
2-2	เครื่องกดอัด	6
2-3	ไฮดรอลิกส์แบบเคลื่อนที่	7
2-4	ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Power Unit)	8
2-5	กระบอกลูกสูบทำงานทางเดียว	9
2-6	โครงสร้างกระบอกลูกสูบทำงานสองทาง	9

2-7	กระบอกสูบทำงานสองทาง	10
2-8	การต่อใช้งานกระบอกสูบทำงานสองทาง	10
2-9	ปั๊มไฮดรอลิกส์แบบทำงานสองทิศทาง ชนิดเฟือง	12
2-10	บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบปิด พีไอดี	13
2-11	ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (กระทำตามสัดส่วน)	14
2-12	ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (การ กระทำอนุพันธ์)	15
2-13	ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (ตัว กระทำปริพันธ์)	17
2-14	กราฟเปรียบเทียบผลการตอบสนองของตัวควบคุม แบบต่างๆ	17
2-15	ผลตอบสนองของโปรเซส มีค่าพุ่งเกิน ไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์	19
2-16	ผลตอบสนองของโปรเซสต่อสัญญาณทดสอบ	19
2-17	การหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Process Reaction Curve	20
2-18	การหาค่าพารามิเตอร์ด้วยวิธี Ultimate Method	21
2-19	ผลตอบสนองของโปรเซส เมื่อปรับค่า K_p	23
2-20	ผลตอบสนองของโปรเซส เมื่อปรับค่า T_i	24
2-21	ผลตอบสนองของโปรเซส เมื่อปรับค่า T_d	25
2-22	โครงสร้างภายในของเอซีเซอร์โวมอเตอร์	26
2-23	การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	27
2-24	ส่วนประกอบของ เอซีเซอร์โวมอเตอร์	28
2-25	การจ่ายไฟและทิศทางการเกิดสนามแม่เหล็ก	29
2-26	โครงสร้างเอซีเซอร์โวมอเตอร์ที่มี 4 โพลหรือโพลมี 2 คู่	30
2-27	บล็อกไดอะแกรมการควบคุมของเซอร์โวไดรฟ์	31
2-28	ระบบการควบคุมแบบเซอร์โว (Servo system)	32
2-29	หน้าจอของแลบวิว 2010	33
2-30	หน้าจอ Front Panel และชุดควบคุม	34

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ ที่		หน้าที่
2-31	หน้าจอบล็อกไดอะแกรมและชุดฟังก์ชัน	35
2-32	ลักษณะการทำงานแบบ Data Flow ของโปรแกรม แลบVIEW	35
2-33	การประมวลผลของพีไอดีกำหนดจุดและหน่วยเวลา ในแลบVIEW	37
2-34	ฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบVIEW	37
2-35	ตัวอย่างฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบVIEW	38
3-1	ขั้นตอนการศึกษาวงจรไฮดรอลิกส์และออกแบบใน ส่วนของเครื่องกล	39
3-2	ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้าและเขียน โปรแกรมควบคุม	40
3-3	ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการเปรียบเทียบ และจัดทำปริญยานิพนธ์	41
3-4	ระบบของโครงงาน	43
3-5	การทำงานของระบบ	44
3-6	วิเคราะห์ความแข็งแรง(Strength)ของวัสดุ โดยใช้ โปรแกรมโซลิดเวิร์ค2012	48
3-7	ด้านหน้าตู้ควบคุม	49
3-8	ลักษณะการจัดวางอุปกรณ์ของตู้ควบคุม	50
3-9	วงจรของตู้ควบคุมในส่วนของภาคกำลัง	50
3-10	วงจรของตู้ควบคุมในส่วนของภาคคอนโทรล	51
3-11	ติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน	52
3-12	การเขียนโปรแกรมเก็บค่าด้วยโปรแกรมแลบVIEW	54
3-13	บันทึกค่าในโปรแกรมไมโครซอฟท์ เอ็กเซล (Microsoft Excel)	54
3-14	ติดตั้งพีไอดีทูลคิท (Install PID Toolkit)	55

3-15	บล็อกไดอะแกรมการควบคุมตำแหน่ง โดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอ	55
3-16	โปรแกรมการควบคุมตำแหน่งด้วยพีไอ	56
3-17	บล็อกไดอะแกรมการควบคุมความดัน โดยใช้ตัวควบคุมแบบพี	56
3-18	โปรแกรมการควบคุมความดันแบบพี	57
3-19	บล็อกไดอะแกรมการควบคุมความเร็ว โดยใช้ตัวควบคุมแบบพี	57
3-20	โปรแกรมการควบคุมความเร็วแบบพี	58
3-21	การออกแบบระบบควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้วิธีการของ Ziegler-Nichols	58
3-22	การวัดคาบเวลาของการแกว่ง(T)	59
3-23	การทดลองการปรับค่าเกนจนระบบเกิดการแกว่ง	59
3-24	วงจรไฮดรอลิกส์ของระบบที่ใช้วาล์วและไม่ใช้วาล์ว	62
4-1	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 120 มิลลิเมตร	65
4-2	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน(Block Transfer Function)	66
4-3	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน(Simulation)	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4-4	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 180 มิลลิเมตร	67
4-5	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	67
4-6	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	68
4-7	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 250 มิลลิเมตร	68
4-8	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	69
4-9	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	69

4-10	การหาโบเดพ็อต(Bode pot) จากโปรแกรมแมทแลบ	70
4-11	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 120 มิลลิเมตร	71
4-12	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	71
4-13	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	72
4-14	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 180 มิลลิเมตร	72
4-15	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	73
4-16	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	73
4-17	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 250 มิลลิเมตร	74
4-18	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	74
4-19	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	75
4-20	การหาโบเดพ็อต จากโปรแกรมแมทแลบ	76
4-21	กราฟเปรียบเทียบการเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ระยะ 120 มิลลิเมตร	77
4-22	กราฟเปรียบเทียบการเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ระยะ 180 มิลลิเมตร	77
4-23	กราฟเปรียบเทียบการเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ระยะ 250 มิลลิเมตร	78
4-24	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.02 เมตรต่อวินาที	78
4-25	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	79
4-26	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	79
4-27	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.03 เมตรต่อวินาที	80
4-28	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	80
4-29	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	81
4-30	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.035 เมตรต่อวินาที	81

4-31	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	82
4-32	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	82
4-33	การหาโบเดพื้ท จากโปรแกรมเมทแลบ	83
4-34	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.02 เมตรต่อวินาที	83
4-35	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ ที่		หน้าที่
4-36	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	84
4-37	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.03 เมตรต่อวินาที	85
4-38	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	85
4-39	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	86
4-40	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความเร็ว ที่ 0.035 เมตรต่อวินาที	86
4-41	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	87
4-42	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	87
4-43	การหาโบเดพื้ท จากโปรแกรมเมทแลบ	88
4-44	กราฟเปรียบเทียบ การเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ความเร็ว 0.02 เมตรต่อวินาที	89
4-45	กราฟเปรียบเทียบ การเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ความเร็ว 0.03 เมตรต่อวินาที	89
4-46	กราฟเปรียบเทียบ การเข้าสู่ตำแหน่ง ที่ความเร็ว 0.035 เมตรต่อวินาที	89
4-47	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความดันที่ 9 บาร์	90
4-48	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	90
4-49	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	91
4-50	การหาโบเดพื้ท จากโปรแกรมเมทแลบ	91

4-51	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความดันที่ 5 บาร์	92
4-52	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	92
4-53	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	93
4-54	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความดันที่ 8 บาร์	93
4-55	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	94
4-56	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	94
4-57	กราฟที่ได้จากแลบวิวโดยการปรับค่าความดันที่ 10 บาร์	95
4-58	บล็อกฟังก์ชันถ่ายโอน	95
4-59	กราฟที่ได้จากการจำลองการทำงาน	96
4-60	การหาโบเดพื้ท จากโปรแกรมเมทแลบ	97
5-1	อุปกรณ์วัดความดัน 0-400 บาร์	102
5-2	อุปกรณ์วัดความดัน 0-100 บาร์	102
ก-1	การวางอุปกรณ์ภายในบล็อกควาล์ว	108
ก-2	แบบภายในตู้ควบคุม	109
ข-1	แบบโต๊ะถังรองถังน้ำมันไฮดรอลิกส์	112
ค-1	หน้าต่างโปรแกรมการควบคุมตำแหน่งของก้านสูบ	114
ค-2	หน้าต่างโปรแกรมการควบคุมความเร็วของก้านสูบ	115

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ ที่		หน้าที่
ค-3	หน้าต่างโปรแกรมการควบคุมความดันของระบบ	116