

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 การใช้พรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำแทนวาล์วธรรมดาในระบบไฮดรอลิก	4
2-2 ส่วนประกอบหลักของระบบพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำไฮดรอลิก	5
2-3 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำโซลินอยด์	6
2-4 ตัวอย่างการนำพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำโซลินอยด์มาใช้ร่วมกับวาล์ว	7
2-5 การใช้เซนเซอร์ควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำโซลินอยด์	7
2-6 ประเภทของพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำวาล์ว	8
2-7 วาล์วปลดความดันแบบพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำ	8
2-8 พรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำวาล์วควบคุมทิศทางชนิดควบคุมโดยตรง	9
2-9 พรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำวาล์วควบคุมทิศทางชนิดสั่งงานทางอ้อมและมีเซนเซอร์	10
ตรวจจับตำแหน่ง	
2-10 พรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำวาล์วควบคุมการไหล	10
2-11 (ต่อ)พรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำควบคุมการไหลแบบมีชุดรักษาระดับความดัน	11
2-12 การตอบสนองความถี่ของพรอพเพอร์ตี้ชั้นน้ำวาล์ว	13
2-13 ประเภทของปั๊มในระบบไฮดรอลิก	14
2-14 ปั๊มแบบเฟืองฟันนอก	14
2-15 กระบอกสูบทำงานทางเดียว	15
2-16 กระบอกสูบทำงานสองทาง	16
2-17 ทิศทางการหมุนของเฟืองมอดเตอร์.	16
2-18 มอเตอร์แบบเวน.	17
2-19 มอเตอร์แบบลูกสูบ	18
2-20 แสดงโครงสร้างภายในของมอเตอร์แบบลูกสูบ.	18
2-21 แสดงหลักการทำงานของมอเตอร์แบบลูกสูบ	19
2-22 การสึกหรอของมอเตอร์ไฮดรอลิก.	20
2-23 บอร์ด IMU-5DOF	21
2-24 ทิศทางที่ตรวจพบของตัววัดอัตราเชิงมุม	22
2-25 ทิศทางที่ตรวจพบของตัววัดความเร่ง	22
2-26 หลักการทำงานของอัลตราโซนิก	24
2-27 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบปิด พีไอดี	25
2-28 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (กระทำตามสัดส่วน)	26
2-29 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (การกระทำอนุพันธ์)	27
2-30 ไดอะแกรมเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (ตัวกระทำอินทิเกรต)	28

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-31 ผลการตอบสนองของตัวควบคุมแบบต่างๆ	29
2-32 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม	32
2-33 หน้าต่างของ Front Panel	33
2-34 หน้าต่างของ Block Diagram	33
2-35 แถบเครื่องมือบน Front Panel	34
2-36 หน้าต่าง Front Panel Controls Palette	35
2-37 แถบเครื่องมือของหน้าต่าง Block Diagram	36
3-1 แผนภูมิขั้นตอนการทำงาน	37
3-1 แผนภูมิขั้นตอนการทำงาน (ต่อ)	38
3-2 แผนภูมิศึกษาและรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานปริญญานิพนธ์	39
3-3 แผนภูมินำเสนอหัวข้อโครงงานปริญญานิพนธ์	41
3-4 แสดงแผนภูมิภาพรวมแสดงขั้นตอนการทำงาน	43
3-5 แผนภูมิขั้นตอนการทำงานของชุดทดลอง	44
3-6 แผนภูมิการศึกษาและออกแบบวงจรควบคุมวาล์ว	45
3-7 วงจรควบคุมทิศทางวาล์ว	46
3-8 วงจรควบคุมทิศทางวาล์วที่ออกแบบโดยโปรแกรมออกแบบลายวงจร	46
3-9 ลายของวงจรแบ่งแรงดันจากโปรแกรมออกแบบ	47
3-10 การลงอุปกรณ์วงจรควบคุมทิศทางวาล์วด้านบน	48
3-11 แผนภูมิการศึกษาและติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระยะทาง	49
3-12 เซ็นเซอร์วัดระยะทางแบบอัลตราโซนิก	50
3-13 การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดระยะทางแบบอัลตราโซนิกและหัวข้อต่ออิสระ	50
3-14 วงจรแบ่งแรงดัน	51
3-15 การทดลองวงจรแบ่งแรงดันในโปรแกรมจำลอง	51
3-16 การออกแบบวงจรแบ่งแรงดันจากโปรแกรมออกแบบลายวงจร	52
3-17 ลายของวงจรแบ่งแรงดันจากโปรแกรมออกแบบลายวงจร	52
3-18 การลงอุปกรณ์วงจรแบ่งแรงดัน	53
3-19 แผนภูมิการศึกษาและติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร็ว	54
3-20 การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความเร็ว	55
3-21 วงจรควบคุมมอเตอร์	55
3-22 แผนภูมิระบบไฮดรอลิก	56
3-23 ออกแบบวงจรไฮดรอลิกที่ใช้พรอพอร์ชันนัลวาล์ว	57
3-24 วงจรไฮดรอลิกที่ใช้พรอพอร์ชันนัลวาล์ว	58

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-35 กระบอกสูบไฮดรอลิก	58
3-26 พรอพอร์ชันนัลวาล์วแบบ 4/3 ตรงกลางปิด	59
3-27 พรอพอร์ชันนัลวาล์วแบบ 4/3 ตรงกลางปิดรุ่น DSE3 – C08/10N – D24K1	60
และรุ่น DSE3 – C26/10N – D24K1	
3-28 ชุดต้นกำลังระบบไฮดรอลิก	60
3-29 ภาพตัดแสดงส่วนประกอบหลักของชุดต้นกำลังระบบไฮดรอลิก	61
3-30 หน้าต่างเครื่องมือในไลบรารี LabVIEW Interface for Arduino	62
3-31 หน้าต่างโปรแกรมสร้าง PWM	63
3-32 หน้าต่างบล็อกไดอะแกรมโปรแกรมสร้าง PWM	64
3-33 หน้าต่างโปรแกรมรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดระยะทางแบบอัลตราโซนิก	65
3-34 หน้าต่างบล็อกไดอะแกรมโปรแกรมรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดระยะทาง	65
แบบอัลตราโซนิก	
3-35 หน้าต่างโปรแกรมรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดความเร็ว	66
3-36 หน้าต่างบล็อกไดอะแกรมโปรแกรมรับค่าจากเซ็นเซอร์วัดความเร็ว	67
3-37 หน้าต่างโปรแกรมรับค่าจาก Joystick	67
3-38 หน้าต่างบล็อกไดอะแกรมโปรแกรมรับค่าจาก Joystick	68
3-39 หน้าต่างโปรแกรมควบคุมแบบพีไอดี	69
3-40 หน้าต่างบล็อกไดอะแกรมโปรแกรมควบคุมแบบพีไอดี	70
3-41 ส่วนต่างๆที่ติดตั้งเข้าด้วยกันอย่างสมบูรณ์พร้อมทดลอง	71
4-1 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร	73
4-2 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร	74
4-3 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 100 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	75
4-4 การควบคุมตำแหน่งในแนวแกน Z ที่ระยะ 150 มิลลิเมตร แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	77
4-5 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 5 องศา	79
4-6 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา	80
4-7 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศา	81
4-8 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา	82
4-9 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	83
4-10 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	84
4-11 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	85
4-12 การควบคุมองศารอบแกน X ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	86

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-13 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ 5 องศา	88
4-14 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ -5 องศา	89
4-15 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ 10 องศา	90
4-16 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ -10 องศา	91
4-17 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ 5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	92
4-18 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ -5 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	93
4-19 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ 10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	94
4-20 การควบคุมองค์ารอบแกน Y ที่ -10 องศา แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	95
4-21 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ 5,5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	96
แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	
4-22 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ -5,5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	99
แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	
4-23 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ -5,-5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	101
แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	
4-24 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ 5,-5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	103
แบบมีโหลด 60 กิโลกรัม	
4-25 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ 5,5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	105
4-26 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ -5,5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	107
4-27 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ -5,-5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	109
4-28 การควบคุมองค์ารอบแกน X,Y ที่ 5,-5 องศา และแนวแกน Z ที่ 100 มิลลิเมตร	111
4-29 กราฟแสดงผลการทดลองแบบไม่มีโหลด	113
4-30 กราฟแสดงผลการทดลองแบบมีโหลด	114