

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างการใช้พรอพอร์ชันนัลแทนวาล์วธรรมดาในระบบไฮดรอลิก	4
2.2 ส่วนประกอบหลักของระบบพรอพอร์ชันนัลไฮดรอลิก	5
2.3 ส่วนประกอบและหลักการทำงานของพรอพอร์ชันนัลโซลินอยด์	6
2.4 ตัวอย่างการนำพรอพอร์ชันนัลโซลินอยด์มาใช้ร่วมกับวาล์ว	6
2.5 การใช้เซนเซอร์ควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของพรอพอร์ชันนัลโซลินอยด์	7
2.6 ประเภทของพรอพอร์ชันนัลวาล์ว	8
2.7 วาล์วปลดความดันต้นแบบพรอพอร์ชันนัล	8
2.8 พรอพอร์ชันนัลวาล์วควบคุมทิศทางชนิดควบคุมโดยตรง	9
2.9 พรอพอร์ชันนัลวาล์วควบคุมทิศทางชนิดสั่งงานทางอ้อมและเซนเซอร์ ตรวจจับตำแหน่งพรอพอร์ชันนัลวาล์วควบคุมการไหล	10
2.10 พรอพอร์ชันนัลวาล์วควบคุมการไหล	10
2.11 ความเร็วในการตอบสนอง	11
2.12 ช่วงของการผันกลับ	12
2.13 ฮีสเตอร์รีซิส	12
2.14 การเหลื่อมมีอยู่สามรูปแบบ	13
2.15 เวลาในการตอบสนองการเลื่อนวาล์ว	14
2.16 การตอบสนองความถี่ของพรอพอร์ชันนัลวาล์ว	14
2.17 การตอบสนองเฟส	15
2.18 ความถี่วิกฤต	15
2.19 ความถี่วิกฤติที่จำกัดการทำงาน	16
2.20 รูปแบบของการส่งสัญญาณในการควบคุมพรอพอร์ชันนัลโซลินอยด์	16
2.21 หน้าทีและโครงสร้างหลักของชุดขยายสัญญาณให้กับวาล์วที่ไม่มี การควบคุมตำแหน่งของสปูล	17
2.22 หน้าทีและโครงสร้างหลักของชุดขยายสัญญาณให้กับวาล์วที่มี การควบคุมตำแหน่งของสปูล	18
2.23 ชุดขยายสัญญาณให้กับวาล์วแบบ 2 ช่องสัญญาณ	19
2.24 การมอดูเลตความกว้างพัลส์	20

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.25 การปรับค่าพารามิเตอร์ของชุดขยายสัญญาณ	21
2.26 ชุดขยายที่มีการรวมเอาชุดสร้างสัญญาณแรมป์เข้าไว้ด้วยกัน	22
2.27 การปิดเปิดวาล์วแบบทันทีทันใดทำให้เกิดการกระตุกอันเนื่องมาจากความดัน	23
2.28 การแก้ปัญหาควาระแตกและสั่นด้วยการปรับตั้งค่าแรมป์หรือความดัน	23
2.29 หลักการของตัวสร้างสัญญาณแรมป์	24
2.30 การปรับค่าความชันซึ่งมีผลต่ออัตราเร่ง (Acceleration) และอัตราหน่วง (Deceleration)	24
2.31 ตัวอย่างการปรับระดับความชันของสัญญาณแรมป์ที่ชุดควบคุม	25
2.32 ตัวอย่างโพเทนชิโอมิเตอร์ในรูปแบบต่างๆ	25
2.33 หลักการนำโพเทนชิโอมิเตอร์มาใช้งาน	26
2.34 การใช้รีเลย์ (หรือ PLC) ควบคุมโพเทนชิโอมิเตอร์ เพื่อสร้างสัญญาณให้มีค่าหลายระดับ	27
2.35 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบปิด (Closed-Loop Control System)	28
2.36 Time Diagram of Step Response (Proportional-Action)	28
2.37 Time Diagram of Step Response (Derivative-Action)	30
2.38 Time Diagram of Step Response (Integral-Action)	31
2.39 ตัวอย่างเซตแบบฉบับ	32
2.40 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกในเซตผู้ที่ไม่แต่งงาน	32
2.41 การกำหนดค่าความเป็นสมาชิกของเซตวินัยและเซตแบบฟัซซี่	33
2.42 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตฟัซซี่แบบวิยุค A	34
2.43 ฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของเซตฟัซซี่แบบต่อเนื่อง	34
2.44 ยูเนียนของฟัซซี่เซต A และ B	35
2.45 Intersection ของฟัซซี่เซต A และ B	35
2.46 Complement ของฟัซซี่เซต A	36
2.47 ฟังก์ชันเกาส์เซียน	38
2.48 กราฟของฟังก์ชันระฆังคว่ำ	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.49 ตัวอย่างปฏิกิริยารูปแบบการจัดกลุ่มด้วยกฎฟัซซี	39
2.50 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี	40
2.51 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	41
2.52 ขั้นตอนที่ 1 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	41
2.53 ขั้นตอนที่ 2 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	42
2.54 ขั้นตอนที่ 3 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	42
2.55 ขั้นตอนที่ 4 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	42
2.56 กลุ่มของระบบกฎฟัซซี	43
2.57 กราฟิควิธีการอนุมานแบบ Mamdani (Max-Min)	46
2.58 กราฟิควิธีการอนุมานแบบ Mamdani (Max-Product)	46
2.59 Tsukamoto Fuzzy Model	48
2.60 การอนุมานผลระบบฟัซซีแบบ Mamdani	52
2.61 บอร์ด LabVIEW Touch Screen I/O Board (MP-LVTIO)	52
2.62 Driver Toolkit สำหรับ LabVIEW Touch Screen I/O Board	53
2.63 หน้าจอของ LabVIEW 8.6	54
2.64 หน้าจอ Front Panel และชุด Controls	55
2.65 หน้าจอ Block Diagram และชุด Functions	56
2.66 ลักษณะการทำงานแบบ Dataflow ของโปรแกรมแลบวิว	57
2.67 การประมวลผลของพีไอดีกำหนดจุดและช่วงเวลาในแลบวิว	59
2.68 ฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบวิว	60
2.69 ตัวอย่างฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบวิว	60
2.70 โครงสร้างภายในของฟัซซีคอนโทรลเลอร์ในโปรแกรมแลบวิว	60
2.71 รูปแบบมาตรฐานของสมาชิกในฟัซซีคอนโทรลเลอร์	61
2.72 กระบอกสูบสองทิศทาง	61
2.73 สัญลักษณ์กระบอกสูบสองทิศทาง	61
2.74 มอเตอร์ไฮดรอลิก	62
2.75 สัญลักษณ์มอเตอร์ไฮดรอลิก	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.76 โครงสร้างของ 4/3-Way Regulating Valve	62
2.77 4/3-Way Servo Valve	63
2.78 สัญลักษณ์ของ 4/3-Way Servo Valve	63
2.79 ความดัน/สัญญาณลักษณะเฉพาะ	64
2.80 ฟิลเตอร์	65
2.81 ตัวอย่าง	65
2.82 เรือนกรอง	66
2.83 เซนเซอร์วัดตำแหน่ง	67
2.84 แหล่งจ่ายไฟ	67
2.85 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ PCI (Peripheral Component Interconnect)	68
3.1 ปลั๊กไดอะแกรมการดำเนินงาน	72
3.2 ปลั๊กไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)	73
3.3 ปลั๊กไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)	74
3.4 ปลั๊กไดอะแกรมการดำเนินงาน (ต่อ)	75
3.5 ปลั๊กไดอะแกรมของชุดควบคุมตำแหน่งกระบอกลูกสูบแบบรูปปิด	77
3.6 ปลั๊กไดอะแกรมของชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกแบบรูปปิด	77
3.7 วงจรควบคุมทิศทางในระบบไฮดรอลิก	77
3.8 วงจรแปลงความถี่เป็นแรงดัน	78
3.9 เอ็นโค้ดเดอร์ (Encoder)	78
3.10 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทาง 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งกลางปิด	79
3.11 ชุดจ่ายไฟเลี้ยง (Power Supply)	79
3.12 ชุดขับและควบคุมทิศทาง (Drive and Direction)	80
3.13 กระบอกลูกสูบสองทิศทาง	80
3.14 มอเตอร์ไฮดรอลิก	80
3.15 หน้ากล่องจ่ายแรงดันไฟฟ้า	81
3.16 หน้ากล่องชุดคอนโทรลเลอร์	82
3.17 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยใช้พีไอดี	82

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.18 ฟังก์ชันพีไอดีและการต่อใช้งานในแลบVIEW	82
3.19 Front panel โปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิก	83
3.20 Front panel โปรแกรมควบคุมตำแหน่งกระบอกสูบไฮดรอลิก	87
4.1 หน้าต่างของชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์	91
4.2 หน้าต่างของชุดควบคุมระยะทางกระบอกสูบ	93
4.3 หน้าต่างของโปรแกรม	95
4.4 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที โดยใช้พีไอดี	97
4.5 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที โดยใช้พีซีซี 3 สมาชิก	97
4.6 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที โดยใช้พีซีซี 5 สมาชิก	98
4.7 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที โดยใช้ไฮบริด 3 สมาชิก	98
4.8 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที โดยใช้ไฮบริด 5 สมาชิก	99
4.9 การเปรียบเทียบของโปรแกรมทั้งหมด	99
4.10 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร โดยใช้พีไอดี	100
4.11 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร โดยใช้พีซีซี 3 สมาชิก	100
4.12 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร โดยใช้พีซีซี 5 สมาชิก	101
4.13 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร โดยใช้ไฮบริด 3 สมาชิก	101
4.14 กราฟที่ได้จากแลบVIEW โดยการปรับค่าระยะที่ 0 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร โดยใช้ไฮบริด 5 สมาชิก	102

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.15 การเปรียบเทียบของโปรแกรมทั้งหมด	102
4.16 การปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที	103
4.17 การปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 100 รอบต่อนาที	103
4.18 การปรับค่าความเร็วที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 150 รอบต่อนาที	104
4.19 การปรับค่าระยะทางที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 50 รอบต่อนาที	105
4.20 การปรับค่าระยะทางที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 100 รอบต่อนาที	105
4.21 การปรับค่าระยะทางที่ 0 รอบต่อนาที ถึง 150 รอบต่อนาที	106
5.1 การทดลองควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกแบบรอบเปิด (Open Loop)	107
5.2 การทดลองควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกแบบรอบปิด (Close Loop)	108
ก.1 Front panel โปรแกรมควบคุมระยะทางกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก	112
ก.2 ปรี็อกไดอะแกรมโปรแกรมควบคุมระยะทางกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก	113
ก.3 Front panel โปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิก	114
ก.4 ปรี็อกไดอะแกรมโปรแกรมควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิก	115
ข.1 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีไอดีที่ 10 บาร์	117
ข.2 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีไอดีที่ 30 บาร์	118
ข.3 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีไอดีที่ 50 บาร์	119
ข.4 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 3 สมาชิกที่ 10 บาร์	120
ข.5 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 3 สมาชิกที่ 30 บาร์	121
ข.6 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 3 สมาชิกที่ 50 บาร์	122
ข.7 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 5 สมาชิกที่ 10 บาร์	123
ข.8 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 5 สมาชิกที่ 30 บาร์	124
ข.9 ผลการทดลองการควบคุมแบบพีซี 5 สมาชิกที่ 50 บาร์	125
ข.10 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 3 สมาชิกที่ 10 บาร์	126
ข.11 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 3 สมาชิกที่ 30 บาร์	127
ข.12 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 3 สมาชิกที่ 50 บาร์	128
ข.13 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 5 สมาชิกที่ 10 บาร์	129
ข.14 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 5 สมาชิกที่ 30 บาร์	130

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ข.15 ผลการทดลองการควบคุมแบบไฮบริด 5 สมาชิกที่ 50 บาร์	131
ค.1 ใบประเมินใบงาน (1)	136
ค.2 ใบประเมินใบงาน (2)	137
ค.3 ใบประเมินใบงาน (3)	138
ค.4 ใบประเมินใบงาน (4)	139
ค.5 ใบประเมินใบงาน (5)	140
ค.6 ใบประเมินใบงาน (6)	141
ค.7 ใบประเมินใบงาน (7)	142
ค.8 ใบประเมินใบงาน (8)	143
ค.9 ใบประเมินใบงาน (9)	144
ค.10 ใบประเมินใบงาน (10)	145