

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงหน้าต่างของการเริ่มต้นของการเข้าหน้าโปรแกรม	
Solid Works	5
2-2 ชนิดของไฟล์ในโปรแกรม Solid Works	6
2-3 หน้าจอติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface)	7
2-4 มุมมองของวัตถุในโปรแกรม Solid Works	7
2-5 การเลือกใช้ระนาบการออกแบบ	10
2-6 เครื่องมือพื้นฐานของสเก็ตช์ 2 มิติ (Sketch Toolbar)	11
2-7 เครื่องมือพื้นฐานของ Relation	13
2-8 เลือกใช้งานในส่วนของ Exit Sketch	15
2-9 การเลือกใช้ Exit Sketch	15
2-10 Featureการทำแบบที่ออกแบบไว้ให้เป็น 3มิติ	15
2-11 การเลือกใช้ ฟีเจอร์ทูลบาร์	16
2-12 ชิ้นงานจำลองในรูปแบบ Solid Works Motion Analysis	18
2-13 แสดงหน้าต่าง Add-Ins	18
2-14 หน้าต่างเริ่มต้นของโปรแกรม	19
2-15 เริ่มต้นของโปรแกรม Getting Started	20
2-16 หน้าต่างของ Front Panel	20
2-17 หน้าต่างของ Block Diagram	21
2-18 แถบเครื่องมือบน Front Panel	21
2-19 หน้าต่าง Front Panel Controls Palette	22

2-20	แถบเครื่องมือของหน้าต่าง Block Diagram	22
2-21	หน้าต่าง Block Diagram กับ Functions Palette	23
2-22	แสดงหน้าต่างการส่งค่าออกไปยังโปรแกรมอื่น	24
2-23	บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบปิด	25
2-24	ตัวควบคุมแบบพี	26
2-25	ตัวควบคุมแบบดี	27
2-26	ตัวควบคุมแบบไอ	28
2-27	ลักษณะของผลการตอบสนอง	29
2-28	แสดงลักษณะของวาล์ว	30

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2-29 แสดงการทำงานภายในวาล์ว 3/2 ที่มีรูปแบบการควบคุม ต่างๆ	30
2-30 แสดงการทำงานภายในวาล์ว 4/2 ที่มีรูปแบบการควบคุม ต่างๆ	31
2-31 แสดงการทำงานภายในวาล์ว 5/2	31
2-32 แสดงการทำงานภายในวาล์ว 5/3 แบบควบคุมด้วยคัน โยก	31
2-33 แสดงเปรียบเทียบระหว่างวาล์วควบคุมชนิดทำงานค้าง และชนิดเลื่อนกลับเอง	32
2-34 แสดงลักษณะต่อของท่อลม	33

2-35	แสดงลักษณะการทำงานและแผนภาพการทำงานของ	
	กระบอกสูบ	34
2-36	การคำนวณหากระบอกสูบแบบทางเดียว	35
2-37	การคำนวณหากระบอกสูบแบบสองทาง	35
2-38	กราฟการหาขนาดของก้านสูบที่ปลอดภัยจากการโก่งงอ	36
2-39	กราฟการหาค่าอัตราการสิ้นเปลืองลมต่อระยะชัก 1 ซม.	37
2-40	หลักการทำงานของอัลตราโซนิก	39
2-41	อัลตราโซนิกยี่ห้อแบนเนอร์ (Banner) รุ่น S18UUA	39
2-42	แสดงการต่อใช้งานอัลตราโซนิกยี่ห้อแบนเนอร์ที่เป็น	
	ชนิดสายไฟ	40
2-43	สัญญาณดิจิทัล 2 ชนิด	42
2-44	สัญญาณอนาล็อกทั้ง 3 ชนิด	43
2-45	การ์ด ดีเอคิว รุ่น USB6009	44
2-46	ขาของการ์ด ดีเอคิว รุ่น USB6009	45
3-1	ขั้นตอนการดำเนินงาน	49
3-2	ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)	50
3-3	ขั้นตอนการดำเนินงาน (ต่อ)	51

3-4 ผลการตอบสนองที่ได้ของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์ ที่ทำการ Close loop	52
3-5 ผลการตอบสนองที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำมาหาค่าฟังก์ชันถ่ายโอน	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-6 หน้าต่างโปรแกรมการทดสอบฟังก์ชันถ่ายโอน	54
3-7 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทดลองฟังก์ชันถ่ายโอน	55
3-8 การใส่ค่าพารามิเตอร์ฟังก์ชันถ่ายโอนในโปรแกรม LabVIEW 2011	55
3-9 หน้าจอระบบควบคุมแบบ PID แสดงกราฟการตอบสนองของระบบ	56
3-10 ผลการทดลองที่ใช้ค่า $K_p = 0.01$ ผลตอบสนองการเคลื่อนที่จะไม่เข้าสู่	57
3-11 ผลการทดลองที่ใช้ค่า $K_p = 0.05$ ผลตอบสนองการเคลื่อนที่จะไม่เข้าสู่	57
3-12 ผลการทดลองที่ใช้ค่า $K_p = 1$ ผลตอบสนองการเคลื่อนที่จะไม่เข้า	58

3-13 หน้าต่างโปรแกรม LabVIEW 2011 หลังจากติดตั้ง เครื่องมือเสริม	59
3-14 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบ ที่ทำการ	60
การจำลองในโปรแกรม Solid Works 2012 โดยใช้ ระบบควบคุมแบบ PID Control	
3-15 หน้าต่างการควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่ทำการ จำลอง ใน Solid Works	60
3-16 การเขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่ทำการ จำลอง	61
ในโปรแกรม Solid Works 2012 โดยใช้ระบบควบคุม PID	
3-17 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน ควบคุมตำแหน่งก้านสูบ ของ อุปกรณ์จริง	62
3-18 หน้าต่างการควบคุมตำแหน่งของก้านสูบ ของอุปกรณ์จริง	62
3-19 การเขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งของก้านสูบ ของ อุปกรณ์จริง	64
3-20 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบ ที่ทำการจำลอง	64

ในโปรแกรม Solid Works โดยใช้ระบบควบคุมแบบ PID

3-21	หน้าตาการควบคุมตำแหน่งของก้านสูบทั้ง การจำลอง	65
3-22	การเขียนโปรแกรมควบคุมตำแหน่งของก้านสูบทั้ง การจำลอง	66
3-23	อุปกรณ์จริงที่มีอยู่ก่อนหน้า เพื่อใช้ในการเขียนแบบจำลอง	67
3-24	กระบอกสูบแบบจำลองตามของจริง ที่ลูกสูบมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มม.	68
3-25	แบบจำลองโซลินอยด์วาล์ว 5/3	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-26 แบบจำลองโครงสร้างของระบบนิวแมติกส์	69
3-27 (ก) แบบจำลองชุดปรับปรุงคุณภาพลม (ข) แบบจำลองถังจ่ายลม	69
3-28 การ Assembly อุปกรณ์ที่จำลองทั้งหมด	70
3-29 เปิดไฟล์จำลองอุปกรณ์ระบบเซอร์โวนิวเมติกส์	71

3-30 ขั้นตอนในการปรับเปลี่ยนค่าในการจำลองการ	
ประมวลผล	71
3-31 การกำหนดทิศทางและระยะในการเคลื่อนที่ของก้านสูบ	
72	
3-32 การให้โปรแกรม Solid Works ทำการประมวลการ	
เคลื่อนที่ของก้านสูบ	73
3-33 สิ้นสุดการประมวลการเคลื่อนที่ของก้านสูบ	73
3-34 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงาน ขั้นที่ 1	74
3-35 ขั้นตอนการเชื่อมต่อการทำงาน ขั้นที่ 2	74
3-36 การเลือกคำสั่ง New > NI SoftMotion Axis> Add New	
Axis	75
3-37 การตั้งค่าการทำงาน Enable Drive on Transition to	
Active Mode	75
3-38 การเลือก Deploy เพื่อเชื่อมต่อการทำงาน	76
3-39 การเลือก Start จำลอง เพื่อให้โปรแกรม Solid Works	
พร้อมทำงาน	76
4-1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน การ จำลอง ในโปรแกรม	
Solid Works	78
4-2 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบที่ระยะ 50 มม. โดยที่ไม่ผ่าน	
ระบบควบคุม PID	79

4-3 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบที่ระยะ 100 มม. โดยที่ไม่ผ่านระบบควบคุม PID	79
4-4 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบที่ระยะ 150 มม. โดยที่ไม่ผ่านระบบควบคุม PID	80
4-5 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบที่ระยะ 200 มม. โดยที่ไม่ผ่านระบบควบคุม PID	80
4-6 บล็อกไดอะแกรมการทำงานการทดลองอุปกรณ์จริง	82
4-7 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบของอุปกรณ์จริงที่ระยะ 50 มม. โดยใช้ระบบควบคุม PID	82
4-8 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบของอุปกรณ์จริงที่ระยะ 100 มม. โดยใช้ระบบควบคุม PID	83
4-9 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบของอุปกรณ์จริงที่ระยะ 150 มม. โดยใช้ระบบควบคุม PID	83
4-10 การควบคุมตำแหน่งก้านสูบของอุปกรณ์จริงที่ระยะ 200 มม. โดยใช้ระบบควบคุม PID	84

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-11 เปรียบเทียบกราฟการเคลื่อนที่ของก้านสูบ การจำลอง	85

4-12	บล็อกไดอะแกรมการทำงานการจำลองทางคณิตศาสตร์	86
4-13	ผลการจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ระยะตำแหน่ง 50 มม.	87
4-14	ผลการจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ระยะตำแหน่ง 100 มม.	87
4-15	ผลการจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ระยะตำแหน่ง 150 มม.	88
4-16	ผลการจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่ระยะตำแหน่ง 200 มม.	88
4-17	กราฟเปรียบเทียบผลการตอบสนองช่วงเวลาระหว่างการจำลองทางคณิตศาสตร์	90
	กับการทดลองอุปกรณ์จริง ที่ระยะตำแหน่ง 50 มม.	
4-18	กราฟเปรียบเทียบผลการตอบสนองช่วงเวลาระหว่างการจำลองทางคณิตศาสตร์	90
	กับการทดลองอุปกรณ์จริง ที่ระยะตำแหน่ง 100 มม.	
4-19	กราฟเปรียบเทียบผลการตอบสนองช่วงเวลาระหว่างการจำลองทางคณิตศาสตร์	91
	กับการทดลองอุปกรณ์จริง ที่ระยะตำแหน่ง 150 มม.	
4-20	กราฟเปรียบเทียบผลการตอบสนองช่วงเวลาระหว่างการจำลองทางคณิตศาสตร์	91
	กับการทดลองอุปกรณ์จริง ที่ระยะตำแหน่ง 200 มม.	

4-21 บล็อกไดอะแกรมการทำงานการนำระบบจำลองทางคณิต
ศาสตร์ 93

เปรียบเทียบตำแหน่งที่ถูกต้องของก้านสูบกับอุปกรณ์จริง
ของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์

4-

22 กราฟผลการทดลองโดยใช้ระบบการจำลองทาง
คณิตศาสตร์ มาใช้เป็นคำสั่ง 94

ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่จำลองในโปรแกรม Solid
Works และเปรียบเทียบ

ตำแหน่งกับอุปกรณ์จริงของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์ ที่
ระยะตำแหน่ง 50 มิลลิเมตร

4-23 กราฟผลการทดลองโดยใช้ระบบการจำลองทาง
คณิตศาสตร์ มาใช้เป็นคำสั่ง 94

ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่จำลองในโปรแกรม Solid
Works และเปรียบเทียบ

ตำแหน่งกับอุปกรณ์จริงของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์ ที่ระยะ
ตำแหน่ง 100 มิลลิเมตร

4-24 กราฟผลการทดลองโดยใช้ระบบการจำลองทาง
คณิตศาสตร์ มาใช้เป็นคำสั่ง 95

ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่จำลองในโปรแกรม Solid
Works และเปรียบเทียบ

ตำแหน่งกับอุปกรณ์จริงของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์ ที่ระยะ
ตำแหน่ง 150 มิลลิเมตร

4-25 กราฟผลการทดลองโดยการใช้ระบบการจำลองทาง
คณิตศาสตร์ มาใช้เป็นคำสั่ง 95

ควบคุมตำแหน่งของก้านสูบที่จำลองในโปรแกรม Solid
Works และเปรียบเทียบ

ตำแหน่งกับอุปกรณ์จริงของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์ ที่ระยะ
ตำแหน่ง 200 มิลลิเมตร

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-26 (ก) กราฟเปรียบเทียบผลการทดลองการ จำลอง ใน โปรแกรม Solid Works	97
ที่ไม่มียระบบ PID มาควบคุมและในโปรแกรม Solid Works ที่มีระบบ PID	
5-1 การสร้างชุดจำลองเสมือนจริงของระบบเซอร์โวนิวแมติกส์	98
5-2 ผลการจำลอง จากคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล	100
5-3 ผลการจำลองจากคอมพิวเตอร์	100
	ก-1
หน้าต่างการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์จริง	105
ก-2 หน้าต่างการควบคุมการทำงานของการทำงานจำลอง	106
ก-3 หน้าต่างการควบคุมการทำงานของการทำงานจำลอง	107
	ก-4
บล็อกไดอะแกรมคำสั่งการควบคุมการทำงานของการทำงานจำลอง	108

ก-5 หน้าต่างการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ จริง	109
ก-6 บล็อกไดอะแกรมคำสั่งการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์จริง	110