

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	vii
1. บทนำ	1
2. การหาสมการการเคลื่อนที่ของมอเตอร์กระแสตรงโดยวิธีการ Non-parametric System Identification	2
การทดลอง	
3. ระบบพลศาสตร์ของแขนหุ่นยนต์จู่พา 2	17
3.1 ระบบคิเนเมติก (Kinematic) ของแขนหุ่นยนต์จู่พา 2	18
3.2 ระบบระบบทางไคเนติก (kinetic) หรือระบบพลวัตของแขนหุ่นยนต์จู่พา 2 (manipulator dynamic)	22
3.2.1 การหาสมการการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จู่พา 2 ด้วยวิธีการของลากรองจ์ (Lagrangian)	23
3.2.2 การหาสมการการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จู่พา 2 ด้วยวิธีการนิวตัน-ออยเลอร์ (Newton-Euler)	26
สมการการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์จู่พา 2 โดยวิธีการนิวตัน-ออยเลอร์	27
4. การออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการควบคุม	32
5. ผลการทดลอง	36
6. เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติสำหรับการผลิตเปลือกคอมเพรสเซอร์ (An Automatic Loading Machine For Compressor Casing Manufacturing)	42
6.1 ความเป็นมาของการพัฒนาเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	42
6.2 การทำงานของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ ¹	43
6.2.1 ขบวนการผลิตเปลือกคอมเพรสเซอร์	46
6.2.1.1 ขบวนการขึ้นรูป (DRAWING)	46
6.2.1.2 ขบวนการตัดขอบ (TRIMING)	46
6.2.1.3 ขบวนการจัดรูป (IRONING)	46
6.2.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	47
6.2.2.1 ขั้นตอนการป้อนชิ้นงานโดยใช้คน	47

¹ โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนจากบริษัทชไนเดอร์คอมเพรสเซอร์จำกัด

6.2.2.2	ขั้นตอนการป้องกันชิ้นงานโดยเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	48
6.2.3	แผนภาพความเร็ว (VELOCITY PROFILE)	51
6.3	ระบบความปลอดภัยและ แผนภาพแสดงการทำงาน เครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	52
6.3.1	ระบบความปลอดภัย (SAFETY DEVICE SYSTEM)	52
6.3.1.1.	พารอกซ์มิตี้สวิทช์ ตรวจจับตำแหน่งเริ่มต้น (HOME POSITION)	52
6.3.1.2.	สวิทช์ลำแสง(PHOTOELECTRIC SWITCH) วัดความสูงชิ้นงาน	52
6.3.1.3.	สวิทช์ความดันสูญญากาศ (VACCUMN PRESSURE SWITCH)	53
6.3.1.4	สวิทช์ลำแสง (PHOTOELECTRIC SWITCH)	53
6.3.1.5.	สวิทช์ความดันลมอัดในระบบ (COMPRESS-AIR LINE PRESSURE SWITCH)	54
6.3.2	แผนภูมิการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัย	54
6.3.2.1	การทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัยของเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	54
6.3.2.2	แผนภูมิแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัยของเครื่องปั๊มขึ้นรูป	54
6.3.3	แผนภูมิการทำงานของเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	56
6.3.3.1	ลำดับการหาตำแหน่งเริ่มต้น	57
6.3.3.2	ลำดับการทำงานการป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	58
6.3.3.3	ลำดับการทำงานการควบคุมการทำงานด้วยมือ	58
6.3.4	ตัวควบคุมแบบ พี.แอล.ซี (PROGRAMMABLE LOGICAL CONTROLLER)	67
6.4	ผลการทดสอบเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	68
6.4.1	ผลการทดสอบความแม่นยำของตำแหน่งแกน X	68
6.4.2	เวลาที่ใช้ผลิตเปลือกคอมเพรสเซอร์ต่อชิ้น	71
6.5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะของเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	73
6.5.1	สรุปผลการวิจัย	73
6.5.1.1	ส่วนของชุดทดลอง (PROTOTYPE)	73
6.5.1.2	ส่วนของเครื่องป้องกันชิ้นงานอัตโนมัติ	73
6.5.2	ข้อเสนอแนะ	74
7.	สรุป	74
	เอกสารอ้างอิง	75

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1	21
ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบความแม่นยำของตำแหน่งแกน X	70
ตารางที่ 6.2 เวลา 1 รอบ การผลิตชิ้นงาน	72
ตารางที่ 6.3 ยอดผลิตชิ้นงานจริงต่อผลัด	72

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	โครงสร้างการทำงานของมอเตอร์	2
รูปที่ 2.2	อุปกรณ์สำหรับทดสอบหาสมการ Transfer function ระบบขับเคลื่อนแบบมอเตอร์	7
รูปที่ 2.3	Amplifier (Log (Mag) db .VS. Log Hz)	8
รูปที่ 2.4	Amplifier (Phase .VS. Log Hz)	9
รูปที่ 2.5	Bode diagram of the Motor and Tachometer	10
รูปที่ 2.6	Bode diagram of the Motor, Amplifier and Tachometer	11
รูปที่ 2.7	The Analytical Transfer Function	12
รูปที่ 2.8	Compare between the analytical and experimental transfer function (Magnitude)	13
รูปที่ 2.9	Compare between the analytical and experimental transfer function (Phase angle)	14
		17
รูปที่ 3.1	หุ่นยนต์อุตสาหกรรมจู่พา 2	19
รูปที่ 3.2	แสดงพารามิเตอร์และวิธีตั้งแกนพิกัดของแขนหุ่นยนต์อุตสาหกรรม	19
รูปที่ 3.3	เป็นรูปแสดงการตั้งแกนพิกัดของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมจู่พา 2	20
รูปที่ 3.4	รูปจำลองแขนหุ่นยนต์จู่พา 2 เฉพาะแขนที่ 1 และแขนที่ 2	23
รูปที่ 3.5	แสดงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในสมการนิวตัน-ออยเลอร์	26
รูปที่ 4.1	เป็นรูปแสดงระบบรวมของอุปกรณ์ควบคุมแขนหุ่นยนต์จู่พา 2	33
รูปที่ 4.1	เป็นรูปแสดงระบบรวมของอุปกรณ์ควบคุมแขนหุ่นยนต์จู่พา 2 (ต่อ)	34
รูปที่ 4.2	เป็นรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ SDP	34
รูปที่ 4.3	เป็นรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงฟังก์ชันการทำงานของ SDI	35
รูปที่ 4.4	เป็นรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ GIO	35
รูปที่ 4.5	เป็นรูปบล็อกไดอะแกรมแสดงฟังก์ชันการทำงานของระบบ API	36
รูปที่ 5.1	การตอบสนองของระบบควบคุมแบบพีดีเมื่อไม่มีภาวะ เมื่อความเร็วเฉลี่ย 0.5 rad/sec	39
รูปที่ 5.2	การตอบสนองของระบบควบคุมแบบพีดีเมื่อไม่มีภาวะ เมื่อความเร็วเฉลี่ย 1.0 rad/sec	40
รูปที่ 5.3	การตอบสนองของระบบควบคุมแบบพีดีเมื่อมีภาระภายนอก 10 กก. และ ความเร็วเฉลี่ย 1.0 rad/sec	41
รูปที่ 6.1	(ก,ข) แสดงแขนเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	45

(ค) คือชุดแขนนำชิ้นงานใน Stack เข้าสู่ Line	46
(ง) chuck จับชิ้นงานพร้อมแสดงวิธีจับชิ้นงาน	46
รูปที่ 6.2 บอลสกรูที่ใช้ในเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	45
รูปที่ 6.3 ชุดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	46
รูปที่ 6.4 ตัวควบคุม PLC สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่อง	46
รูปที่ 6.5 เครื่องปั๊มขึ้นรูปขนาด 350 ตัน	47
รูปที่ 6.6 ชิ้นงานและแม่พิมพ์ต่าง ๆ	47
รูปที่ 6.7 แผนภาพแสดงการทำงานโดยใช้คนป้อนชิ้นงาน	48
รูปที่ 6.8 แผนภาพแสดงการทำงานโดยใช้เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	50
รูปที่ 6.9 แผนภาพทางเดินและเวลา ของแขนเครื่องป้อนชิ้นงาน 1 แขน	51
รูปที่ 6.10 แผนภาพความเร็วแบบสี่เหลี่ยมคางหมู ของแกน x และแกน y	51
รูปที่ 6.11 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ความปลอดภัย	52
รูปที่ 6.12 แสดงตำแหน่งตรวจสอบความสูง ของชิ้นงานที่วางบนแม่พิมพ์	53
รูปที่ 6.13 แสดงตำแหน่ง สวิตช์ลำแสงป้องกันบริเวณทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูป	54
รูปที่ 6.14 แผนภูมิแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัยของชุดป้อนชิ้นงาน อัตโนมัติ	55
รูปที่ 6.15 แผนภูมิแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัยของเครื่องปั๊มขึ้นรูป	56
รูปที่ 6.16 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	57
รูปที่ 6.17 แผนภูมิแสดงลำดับการหาค่าตำแหน่งเริ่มต้น	59
รูปที่ 6.18 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานการป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ	60
รูปที่ 6.19 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานของชุดป้อนแผ่นเหล็กกลมอัตโนมัติ	61
รูปที่ 6.20 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของชุดป้อนแผ่นเหล็กกลมอัตโนมัติ (ต่อ)	62
รูปที่ 6.21 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานโดยการควบคุมการทำงานด้วยมือ	66
รูปที่ 6.22 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานโดยการควบคุมการทำงานด้วยมือของแกน X	66
รูปที่ 6.23 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงานการควบคุมการทำงานด้วยมือของแกน Y	67
รูปที่ 6.24 แผนภาพแสดงสัญญาณขาเข้า และขาออกของตัวควบคุมแบบ พี.แอล.ซี	68
รูปที่ 6.25 ความผิดพลาดของตำแหน่งเชิงเส้น และ เชิงมุม ของแกน X	71
รูปที่ 6.26 ความผิดพลาดของตำแหน่งเชิงเส้นรวม ของแกน X	71