

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	(1)
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(2)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(3)
สารบัญ.....	(4)
สารบัญภาพ.....	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ภาพรวมของระบบควบคุมฟัซซี่ลอจิก.....	4
การออกแบบการควบคุม.....	5
การออกแบบสมาชิกอินพุต.....	6
การออกแบบกฎการทำงาน.....	7
การออกแบบสมาชิกเอาต์พุต.....	8
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	22
อุปกรณ์ในการวิจัย.....	22
เซนเซอร์.....	22
ไมโครคอนโทรลเลอร์.....	22
ซีโปรแกรม.....	24
สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย.....	24
มอเตอร์.....	25
ชุดควบคุมความเร็ว.....	26
วิธีดำเนินการวิจัย.....	27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	29
ผลการทดลองการทำกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อเข่า.....	29
ผลการทดลองการทำกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อสะโพก.....	30
ผลการทดลองการทำกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อเท้า.....	32
การนำผลงานวิจัยถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์เวชศาสตร์ฟื้นฟูโรงพยาบาลพระปกเกล้า.....	33
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	35
สรุปผล.....	35
อภิปรายผล.....	35
ข้อเสนอแนะ.....	36
บรรณานุกรม.....	37
ภาคผนวก.....	38
ภาคผนวก ก เอกสารนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	38

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 การออกแบบระบบการควบคุม.....	4
2.2 การเปลี่ยนแปลงของค่าเอาต์พุตของระบบในการวิเคราะห์.....	4
2.3 การออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเท้า.....	5
2.4 การออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเข่า.....	5
2.5 การออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อสะโพก.....	5
2.6 สมาชิกอินพุตของค่าความผิดพลาดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเท้า.....	6
2.7 สมาชิกอินพุตของค่าความผิดพลาดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเข่า.....	6
2.8 สมาชิกอินพุตของค่าความผิดพลาดความเร็วรอบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อสะโพก.....	6
2.9 กฎการทำงานควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเท้า.....	7
2.10 กฎการทำงานควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเข่า.....	7
2.11 กฎการทำงานควบคุมสัญญาณ PWM ให้กับตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงของ อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนไหวนำส่วนข้อสะโพก.....	7
2.12 สมาชิกเอาต์พุตของ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนข้อเท้า.....	8
2.13 สมาชิกเอาต์พุตของ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนข้อเข่า.....	8
2.14 สมาชิกเอาต์พุตของ สัญญาณควบคุม PWM ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนข้อสะโพก.....	8
2.15 แสดงส่วนประกอบที่เป็นกระดูกของข้อเข่า.....	9
2.16 แสดงส่วนประกอบอื่น ๆ ของข้อเข่า.....	9
2.17 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวนำของข้อเข่าในท่าปกติและท่าอ.....	10
2.18 แสดงลักษณะการกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวนำส่วนข้อเข่า.....	11
2.19 แสดงส่วนประกอบของข้อสะโพก.....	12

สารบัญญภาพ (ต่อ)

2.20 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวข้อสะโพกทั้ง 3 แนว.....	12
2.21 แสดงลักษณะการถ่ายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อสะโพก.....	13
2.22 แสดงส่วนประกอบของข้อเท้า.....	13
2.23 แสดงลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อเท้า.....	14
2.24 แสดงแนวทางการเคลื่อนที่ของข้อเท้า.....	14
2.25 แสดงลักษณะการถ่ายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อเท้า.....	14
2.26 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์.....	15
2.27 สถาปัตยกรรมภายในของ PIC2.....	16
2.28 แผนภาพเครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง.....	16
2.29 แสดงส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร.....	17
2.30 แสดงภูมิมือซ้ายของเลนซ์และทิศการหมุนของขดลวดในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	17
2.31 แสดงวงจรเทียบเคียงของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร.....	18
2.32 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วรอบและแรงบิด.....	19
2.33 แสดงสัญญาณ PWM.....	19
2.34 แสดงความกว้างสัญญาณ PWM (Duty Cycle) ของซีกบวกและลบ.....	20
2.35 แสดงโครงสร้างของเอนโค้ดเดอร์ (Encoder).....	20
2.36 ส่วนประกอบของเอนโค้ดเดอร์ (Encoder).....	21
3.1 โฟโต้เซ็นเซอร์.....	22
3.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3.0.....	23
3.3 แสดงการประมวลผลส่วนต่างๆ.....	24
3.4 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย.....	25
3.5 มอเตอร์กระแสตรง ZYT520.....	26
3.6 มอเตอร์กระแสตรง ZGA25PQ.....	26
3.7 DC Motor speed control 10A.....	26
3.8 DC Motor speed control 40A.....	27
3.9 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องช่วยเคลื่อนที่ส่วนข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า.....	27
3.10 แผนภาพการทำงานเครื่องช่วยเคลื่อนที่ส่วนข้อเข่า ข้อสะโพก และข้อเท้า.....	27
3.11 แผนการดำเนินงาน.....	28
4.1 แสดงลักษณะการถ่ายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวข้อส่วนข้อเข่า.....	29

สารบัญญภาพ (ต่อ)

4.2 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเริ่มต้น.....	29
4.3 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเหยียดสุด.....	29
4.4 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเริ่มต้น.....	30
4.5 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเหยียดสุด.....	30
4.6 แสดงลักษณะการทำกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อสะโพก.....	30
4.7 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเริ่มต้น.....	31
4.8 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเหยียดสุด.....	31
4.9 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเริ่มต้น.....	31
4.10 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเหยียดสุด.....	32
4.11 แสดงลักษณะการกายภาพบำบัดการเคลื่อนไหวส่วนข้อเท้า.....	32
4.12 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเหยียดเข้าสุด.....	32
4.13 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ที่ตำแหน่งเหยียดออกสุด.....	33
4.14 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเหยียดเข้าสุด.....	33
4.15 แสดงการทดสอบกับผู้ทดลองที่ตำแหน่งเหยียดออกสุด.....	33
4.16 การถ่ายทอดเทคโนโลยี.....	34
4.17 การถ่ายทอดเทคโนโลยี.....	34
4.18 การถ่ายทอดเทคโนโลยี.....	34
4.19 การถ่ายทอดเทคโนโลยี.....	34

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี