

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ .....	(3)
Abstract .....	(4)
กิตติกรรมประกาศ .....	(5)
สารบัญ .....	(6)
รายการตาราง .....	(8)
รายการภาพประกอบ .....	(9)
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย .....	1
1.2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ .....	9
1.4 ขอบเขตการวิจัย .....	9
1.5 แผนการดำเนินงานตลอดโครงการ .....	10
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	10
2. ทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น .....	12
2.1 พีเอช .....	12
2.2 บัฟเฟอร์ .....	12
2.3 การวัดค่าพีเอชของสารละลาย .....	13
2.4 ลักษณะของเครื่องวัดพีเอชโดยทั่วไป .....	14
2.5 ลักษณะโดยทั่วไปของกระเพาะอาหาร .....	15
3. การออกแบบระบบบันทึกค่าพีเอช .....	17
3.1 การออกแบบในส่วนฮาร์ดแวร์ .....	18
3.2 การออกแบบลายวงจร .....	28
3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องวัดและบันทึกค่าพีเอช .....	28
3.4 การทำงานของเครื่องวัดและบันทึกค่าพีเอช .....	30
3.5 การออกแบบโปรแกรมวิเคราะห์ค่าพีเอช .....	33
3.6 การออกแบบเครื่องอ่านสารละลายบัฟเฟอร์ .....	41
	(6)

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4. การทดสอบเครื่องวัดและบันทึกค่าพีเอช .....	43
4.1 การทดสอบการทำงานเครื่องต้นแบบ .....	43
4.2 การทดสอบความถูกต้องการวัดค่าพีเอชจริง .....	43
4.3 การทดสอบการทำงานโปรแกรมวิเคราะห์ค่าพีเอช .....	48
4.4 การทดสอบความถูกต้องในการวัดและความน่าเชื่อถือของเครื่อง .....	51
4.5 การทดสอบกับอาสาสมัคร .....	53
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	62
5.1 เปรียบเทียบผลการวัดของเครื่องต้นแบบกับเครื่อง Medtronic .....	62
5.2 สรุปผลการวิจัย .....	64
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	64
บรรณานุกรม .....	66
ภาคผนวก .....	67
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่จากวิทยานิพนธ์ .....	109
ประวัติผู้เขียน .....	117

## รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1-1	ผลการทดสอบเวลาตอบสนองของอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 ชนิด ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ...	5
1-2	ผลการทดสอบความไวและดริฟท์ของอิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 3 ชนิด .....	6
2-1	ช่วงพีเอชของบัฟเฟอร์บางชนิด .....	13
2-2	ช่วงการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ .....	14
3-1	ผลการวัดค่าแรงดันที่วัดได้จากอิเล็กทรอนิกส์ที่จุ่มในสารละลายพีเอชค่าต่างๆ .....	19
3-2	รูปแบบของข้อมูลการวัดที่อยู่ในหน่วยความจำ .....	31
3-3	ความหมายในแต่ละบิตของข้อมูลเหตุการณ์ .....	33
4-1	ค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าพีเอชมาตรฐานและค่าที่วัดได้ .....	44
4-2	เวลาและเหตุการณ์ระหว่างการทดสอบ .....	49
4-3	ค่าพีเอชและเหตุการณ์ระหว่างการทดสอบ .....	52

## รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1-1 โครงสร้างทั่วไปของอิเล็กทรอนิกส์แก้ว .....	3
1-2 ความไวของอิเล็กทรอนิกส์แก้วและชนิดแอนติโมนี .....	6
2-1 โครงสร้างเครื่องวัดพีเอชโดยทั่วไป .....	14
2-2 ลักษณะของกระเพาะอาหาร .....	15
3-1 ความสัมพันธ์ของการทำงาน .....	17
3-2 โครงสร้างเครื่องวัดและบันทึกค่าพีเอช .....	18
3-3 อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวัด .....	19
3-4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าพีเอชและแรงดันที่วัดได้ .....	20
3-5 การเชื่อมต่อวงจรขยายความต้านทานอินพุตสูง .....	21
3-6 การเชื่อมต่อวงจรมัลติเพล็กซ์และวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล .....	22
3-7 การเชื่อมต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	24
3-8 การเชื่อมต่อวงจรหน่วยความจำ .....	25
3-9 การเชื่อมต่อวงจรคีย์บอร์ด .....	25
3-10 การเชื่อมต่อวงจรจอแสดงผล .....	26
3-11 การเชื่อมต่อวงจรสร้างความถี่ 60 เฮิรตซ์ .....	27
3-12 การเชื่อมต่อวงจรจ่ายแรงดัน +5 โวลต์ .....	27
3-13 การเชื่อมต่อวงจรจ่ายแรงดัน -5 โวลต์ .....	28
3-14 โฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ....	29
3-15 เครื่องวัดและบันทึกค่าพีเอชต้นแบบ .....	30
3-16 โฟลชาร์ตการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ค่าพีเอช .....	34
3-17 หน้าจอหลักของโปรแกรม .....	35
3-18 หน้าจอข้อมูลผู้ป่วย .....	36
3-19 หน้าจอกำหนดค่า .....	37
3-20 หน้าจอรับข้อมูล .....	38
3-21 หน้าจอพล็อตกราฟ .....	39
3-22 หน้าจอวิเคราะห์ข้อมูล .....	40
3-23 วงจรเครื่องควบคุมอุณหภูมิ .....	42

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
4-1 กราฟค่าพีเอชที่ได้จากการทดสอบโดยการจำลองแรงดัน .....	43
4-2 กราฟค่าพีเอชที่ได้จากการทดสอบจากการวัดค่าพีเอชจริง .....	44
4-3 กราฟค่าพีเอชพร้อมเหตุการณ์ที่ได้จากการทดสอบการทำงาน .....	50
4-4 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ในด้านกรด .....	50
4-5 ผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ในด้านด่าง .....	51
4-6 กราฟค่าพีเอชพร้อมเหตุการณ์ที่ทดสอบในวันที่ 12/12/45 .....	53
4-7 กราฟค่าพีเอชพร้อมเหตุการณ์ที่ทดสอบในวันที่ 15/12/45 .....	53
4-8 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 4 .....	54
4-9 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 4 .....	54
4-10 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 5 .....	55
4-11 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 5 .....	55
4-12 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 6 .....	56
4-13 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 6 .....	56
4-14 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 7 .....	57
4-15 กราฟข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 7 .....	57
4-16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 4 .....	58
4-17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 4 .....	58
4-18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 5 .....	59
4-19 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 5 .....	59
4-20 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 6 .....	60
4-21 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 6 .....	60
4-22 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องต้นแบบของอาสาสมัครคนที่ 7 .....	61
4-23 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่อง Medtronic ของอาสาสมัครคนที่ 7 .....	61
5-1 กราฟข้อมูลค่าพีเอชของอาสาสมัครคนที่ 4 .....	62
5-2 กราฟข้อมูลค่าพีเอชของอาสาสมัครคนที่ 5 .....	63
5-3 กราฟข้อมูลค่าพีเอชของอาสาสมัครคนที่ 6 .....	63
5-4 กราฟข้อมูลค่าพีเอชของอาสาสมัครคนที่ 7 .....	64