

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	5
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 โรคไตเรื้อรัง (Chronic kidney disease/CKD)	6
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ (Arduino)	13
2.2.1 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่	13
2.2.2 คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	13
2.2.3 ทฤษฎีภาษาอาดูโน่	14
2.2.4 เปรียบเทียบภาษาซีกับอาดูโน่	14
2.2.5 โครงสร้างการเขียนโปรแกรมภาษาซีของอาดูโน่	14
2.3 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม	15
2.4 เซนเซอร์ตรวจวัดน้ำหนัก	16
2.4.1 โหลดเซลล์	16
2.4.2 สเตรนเกจ	17
2.4.3 วงจรบริดจ์	17
2.5 แอลอีดีเจ็ดส่วน	18
2.6 โฟโตคอนดักทีฟเซลล์ (Photo Conductive Cell)	19
2.7 ทฤษฎีไอซีฐานเวลาจริง	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 เลเซอร์	22
2.8.1 เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Laser)	23
2.8.2 เลเซอร์ประเภทแสงสีแดง	23
2.8.3 การลดทอนของแสงเลเซอร์ (Laser Beam Attenuation)	23
2.8.4 มาตรฐานทางทัศนวิสัย	24
2.9 วงจรขยายอินสตรูเมนต์ชั้น (Instrument Amplifier)	24
2.10 รีดสวิตช์	25
2.11 อีอีพรอม (EEPROM)	25
บทที่ 3 วิธีการ และการออกแบบ	27
3.1 การออกแบบขอบเขต และบล็อกไดอะแกรมของเครื่องช่วยล้างไต	27
3.1.1 ส่วนชั่งน้ำหนัก (Weight scales)	28
3.1.2 ส่วนแจ้งเตือนการถ่ายน้ำยาล้างไต (The Notification System)	29
3.2 การออกแบบวงจร	31
3.2.1 วงจรวัดระดับแรงดันแบตเตอรี่	31
3.2.2 วงจรบริดจ์	32
3.2.3 วงจรขยายอินสตรูเมนต์ชั้น	33
3.2.4 วงจรเซ็นเซอร์วัดแสง	35
3.2.5 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	36
3.2.6 วงจรไฟฉุกเฉิน	38
3.3 การออกแบบโปรแกรม	39
3.3.1 ปริมาณน้ำที่ผู้ป่วยควรบริโภคต่อวัน	43
3.3.2 ปริมาณน้ำยาล้างไต	44
3.3.3 โอกาสในการติดเชื้อของผู้ป่วย	44
3.4 การออกแบบโครงสร้าง	45
3.4.1 แนวทางการล้างไตรูปแบบดั้งเดิม	45
3.4.2 แนวทางการล้างไตรูปแบบกึ่งอัตโนมัติ	47

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 วิธีการ และผลการทดลอง	49
4.1 การทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงระบบชั่งน้ำหนัก	49
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาเวลาเข้า-ออกของน้ำยาล้างไต	54
4.3 การทดลองที่ 3 การตรวจประสิทธิภาพระบบการแจ้งเตือนการถ่ายน้ำยาเข้า-ออก	56
4.4 การทดลองที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจสอบโอกาสการติดเชื้อในส่วนแจ้งเตือนการถ่ายน้ำยา	57
4.5 การทดลองที่ 5 การทดลองประสิทธิภาพการหนีบสายยางทางผู้ป่วย	62
4.6 การทดลองที่ 6 การทดลองประสิทธิภาพการชั่งน้ำหนักเมื่อใช้อุปกรณ์เสริม	64
4.7 การทดลองที่ 7 การทดลองประสิทธิภาพการเก็บบันทึกข้อมูล	65
4.8 การทดลองที่ 8 การทดลองใช้งานระบบโดยผู้เกี่ยวข้องเบื้องต้น	66
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	68
5.1 สรุปผลการทดลอง	68
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	68
5.3 ข้อเสนอแนะ	68
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง	69
ภาคผนวก	70
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุม	70
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน	93
ภาคผนวก ค สรุปผลดำเนินงานวิจัย	105
ภาคผนวก ง สรุปการใช้จ่ายการดำเนินการโครงการวิจัย	107
ประวัตินักวิจัย	109

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความชุกของโรคไตเรื้อรังในประเทศไทย	7
2.2 จำนวนผู้ป่วยรวมทั้งหมดที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในปี พ.ศ. 2551-2553	8
2.3 จำนวนผู้ป่วยใหม่ที่ได้รับการบำบัดทดแทนไตในแต่ละปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2553	8
2.4 International Classification of Visibility (Meteorological Office1969) [6]	24
4.1 ค่าน้ำหนักที่ซึ่งเทียบกับลูกตุ้มมาตรฐาน	50
4.1 (ต่อ) ค่าน้ำหนักที่ซึ่งเทียบกับลูกตุ้มมาตรฐาน	51
4.1 (ต่อ) ค่าน้ำหนักที่ซึ่งเทียบกับลูกตุ้มมาตรฐาน	52
4.1 (ต่อ) ค่าน้ำหนักที่ซึ่งเทียบกับลูกตุ้มมาตรฐาน	53
4.1 (ต่อ) ค่าน้ำหนักที่ซึ่งเทียบกับลูกตุ้มมาตรฐาน	54
4.2 เวลาการไหลของน้ำยาล้างไตเมื่อทำการล้างไต	55
4.3 ผลการตรวจสอบลำดับขั้นตอนการล้างไตของผู้ป่วยล้างไตทางหน้าท้อง	57
4.4 แรงดันทางไฟฟ้าจากการส่องผ่านวัตถุตัวอย่างต่าง ๆ	58
4.4 (ต่อ) แรงดันทางไฟฟ้าจากการส่องผ่านวัตถุตัวอย่างต่าง ๆ	59
4.4 (ต่อ) แรงดันทางไฟฟ้าจากการส่องผ่านวัตถุตัวอย่างต่าง ๆ	60
4.4 (ต่อ) แรงดันทางไฟฟ้าจากการส่องผ่านวัตถุตัวอย่างต่าง ๆ	61
4.5 ประสิทธิภาพการหนีบสายยาง	63
4.6 ประสิทธิภาพเปรียบเทียบการชั่งน้ำหนัก	64

สารบัญรูปรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 สายทอ์ล่างไตที่ต่อจากช่องท้อง	11
2.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำยา์ล่างไต	11
2.3 ชุดโมดูลบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน้	13
2.4 พื้นฐานของวงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม	15
2.5 จำลองแผนผังวงจรรักษาระดับแรงดันแบบอนุกรม	16
2.6 โหลดเซลล์	16
2.7 แสดงการใช้งานสเตรนเกจ	17
2.8 วงจรบริดจ์เมื่อเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟ	18
2.9 แอลอีดี 7 ส่วน	18
2.10 แสดงลักษณะของแอลดีอาร์ที่ใช้งานทั่วไป	19
2.11 ลักษณะโครงสร้างของโฟโตคอนดัคตีฟเซลล์ หรือแอลดีอาร์	20
2.12 แสดงเครื่องมือวัดความเข้มแสงด้วยการเซนเซอร์จากแอลดีอาร์	20
2.13 การควบคุมวงจรีเลย์ด้วยแอลดีอาร์	21
2.14 กระบวนการเปล่งแสงแบบเร่งเร้า	22
2.15 เลเซอร์สารกึ่งตัวนำ	23
2.16 วงจรขยายอินสตรูเมนเตชัน (Instrument Amplifier)	24
2.17 การทำงานของรีดสวิตช์	25
2.18 ตัวอย่างชิป อีอีพรอม	26
3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	27
3.2 ผังงาน (Flowchart) ของเครื่องช่วยล่างไต	30
3.3 วงจรวัดระดับแรงดันแบบเตอรี	31
3.4 การต่อ สเตรนเกจ (Strain Gauge) เข้ากับวงจรบริดจ์ (Bridge)	33
3.5 วงจรขยายอินสตรูเมนเตชัน	33
3.6 วงจรเซนเซอร์วัดแสง	35
3.7 วงจรแอลดีอาร์	36
3.8 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน้ (ซึ่งน้ำหนัก)	37
3.9 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน้ (บันทึกข้อมูล)	37
3.10 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน้ (แจ้งเตือนการถ่ายน้ำยา์ล่างไต)	38
3.11 วงจรไฟฉุกเฉิน	38

สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.12 ผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมเครื่องช่วยล้างไต	40
3.12 (ต่อ) ผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมส่วนซั่งน้ำหนัก	41
3.13 ผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมส่วนเปลี่ยนน้ำยาล้างไต	42
3.13 (ต่อ) ผังงาน (Flowchart) ของโปรแกรมส่วนเปลี่ยนน้ำยาล้างไต	43
3.14 โครงสร้างของเครื่องช่วยล้างไต	45
3.15 ถังน้ำยาล้างไตแบบถุงคู่ (Twin Bag)	46
3.16 ตัวอย่างอุปกรณ์ต่าง ๆ	46
3.17 ส่วนแจ้งเตือนลำดับการเปลี่ยนน้ำยาล้างไต	47
3.18 ต้นแบบระบบซั่ง และบันทึกข้อมูลน้ำหนักของน้ำยาล้างไต	47
3.19 เครื่องช่วยล้างไต	48
4.1 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพความเที่ยงตรงส่วนซั่งน้ำหนัก	49
4.2 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบซั่งน้ำหนัก และเวลาเข้า-ออกน้ำยา	54
4.3 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบการแจ้งเตือนการถ่ายน้ำยาเข้า-ออก	56
4.4 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบโอกาสเสี่ยงของการติดเชื้อ	58
4.5 กราฟเปรียบเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับเชื้อจำลอง	61
4.6 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการหนีบสายยางทางผู้ป่วย	62
4.7 อุปกรณ์การทดลองการตรวจสอบประสิทธิภาพการเก็บบันทึกข้อมูล	65
4.8 ไฟล์บันทึกผลข้อมูลของผู้ป่วย	65
4.9 ตารางบันทึกผลภายในไฟล์บันทึกผลข้อมูลของผู้ป่วย	66
4.10 ชุดจำลองการล้างไตทางช่องท้องของผู้ป่วย	66
4.11 ทดลองการใช้งานเครื่องช่วยล้างไตกับผู้ป่วย ณ ห้องล้างไต 2	67