สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ทั่วไป 1

1.2 พัลส์ ออกซิเมตรี (Pulse Oximetry) 2

1.2.1 นิยามและหลักการโดยสังเขป 2

1.2.2 ประเภทของวิธีการวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือด 3

1.2.3 ส่วนประกอบของเครื่องวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือด 4

1.2.3 ความแม่นยำของเครื่อง SpO_2 มิเตอร์ 4

1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 5

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย 6

บทที่ 2 การออกแบบและสร้างเครื่องวัดระดับออกซิเจนในเลือด

2.1 ทั่วไป 7

2.2 หลักการ 7

2.3 ภาคปฏิบัติ 8

2.3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุ 8

2.3.2 การเลือกใช้ส่วนประกอบหลักของเครื่อง SpO_2 มิเตอร์ 9

2.4 สมองกลฝังตัวและการประมวลผล 10

2.4.1 สมองกลฝังตัว 10

2.4.2 การประมวลผล 10

2.5 วงจรวัด 15

2.5.1 วงจรวัดแบบตัวต้านทานไวแสง 15

หน้า

2.5.2 ตัววัดแบบตัวต้านทานไวแสง 15

2.6 วงจรขับแหล่งกำเนิด 15

2.7 ผังการทำงานและอัลกอริทึม 16

2.7.1 การทำงานของสมองกลและตัวตรวจวัด 16

2.7.2 ตัวอย่างรายการคำนวณของสมองกล สมองกลที่ใช้ในเครื่อง SpO_2 มิเตอร์ 16

2.8 ระดับแสงแหล่งกำเนิดแบบอัตโนมัติ 20

2.9 ช่องสื่อสารอนุกรมไม่ต่อเนื่องอเนกประสงค์)Universal Asynchronous 21

2.10 การเชื่อมต่อกับโพรบของเครื่องวัดชนิดอื่น 21

2.11 ผังวงจรรวมที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในเครื่อง SpO_2 มิเตอร์การทำงานของวงจร 22

2.11.1 ผังวงจรรวม 22

2.11.2 การทำงานของวงจรรวม(รูป 2.6) ที่ได้พัฒนาขึ้น 22

บทที่ 3 การทดลอง ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การทดลอง 26

3.1.1 เครื่องวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือดต้นแบบ 26

3.2 การศึกษาสมรรถนะการทำส่วนประกอบต่างๆของเครื่อง SpO_2 meter ต้นแบบ 27

3.2.1 การปรับแก้แรงดันอ้างอิงและผลจากการใช้ตัวต้านทานไวแสงและไดโอดไวแสง 28

3.2.2 การหาค่าความถี่ตัดทอน(frequency cut-off) 31

3.2.3 การปรับเทียบเชิงระบบกับเครื่องมือมาตรฐาน 34

3.3 ความสำคัญของเครื่องวัดระดับออกซิเจนที่อิ่มตัวในเลือดกับสภาวะของร่างกาย 35

3.3.1 เครื่องวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือดต้นแบบ 35

3.3.2 คำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจและระดับออกซิเจนที่อิ่มตัวในเลือด 36

หน้า

3.4 การศึกษาทางการแพทย์เกี่ยวกับความสำคัญของปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัว ในเลือดที่เป็นเกณฑ์วิกฤตสำหรับการรักษาด้วยวิธีพิเศษ 38

3.4.1 การผ่าตัดโดยใช้กล้องส่องเข้าไปในบริเวณที่จะผ่าตัดและการใช้เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัวในเลือดเป็นตัวชี้บอกสภาวะของผู้ป่วย 38

3.4.2เทคนิคการให้ยาระงับความรู้สึก 45

3.4.3 ผลการฉีดยาชาเฉพาะที่เข้าสู่ช่องว่างระหว่างไขสันหลัง (Spinal Anesthesia) และการใช้เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัวในเลือดเป็นตัวชี้บอกสภาวะของผู้ป่วย 47

3.5 การประยุกต์ใช้เครื่อง SpO_2 meter ต้นแบบที่สร้างขึ้นในผู้ป่วยภายใต้สภาวะการเจ็บป่วยที่ต่างกัน 50

3.5.1 ค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดแดงในผู้ป่วยหลังผ่าตัดที่ได้รับ spinal anesthesia 51

3.5.2การทดลองเพื่อใช้เครื่องวัดระดับออกซิเจนในเลือดเป็นหนึ่งในตัวชี้บอกสัญญาณชีพที่หกในโครงการThe Sixth Vital Sign ในผู้ป่วยเด็ก (OPD PED) 52

3.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 55

บทที่ 4 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการทดลอง 56

4.1.1เครื่องวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือดต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น 56

4.1.2 งานของส่วนประกอบสำคัญของเครื่องการศึกษาสมรรถนะการทำSpO_2ต้นแบบ 57

4.1.3กระบวนการหายใจและระดับออกซิเจน 58

4.1.4กรณีศึกษาทางการแพทย์เกี่ยวกับความสำคัญของปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัวในเลือดที่เป็นเกณฑ์วิกฤตสำหรับการรักษาด้วยวิธีพิเศษ 59

4.2 ข้อเสนอแนะ 60

หน้า

บทที่ 5ผลสัมฤทธิ์และความคุ้มค่าที่ได้รับจากโครงการวิจัยทุนงบประมาณแผ่นดินจาก วช. ปีงบประมาณ 2553

5.1 ผลงานทางวิชาการ 61

5.1.1 ผลงานที่ตีพิมพ์เผยแพร 61

5.1.2การนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ 61

5.1.3 อื่นๆ 62

เอกสารอ้างอิง 63

ภาคผนวก

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 2.1 ข้อดีและข้อเสียของ AVR 12

ตาราง 2.2 การเปรียบเทียบความสามารถของสมองกลที่ใช้ในโครงการ 13

ตาราง 2.3 look-up table ของอัตราส่วนระหว่าง I1 และ I2 18

ตาราง 2.4 การเชื่อมต่อของช่อง DB-9 22

ตาราง 3.1 ผลการทดลองปรับเทียบระดับแรงดันอ้างอิงเพื่อหาเกณฑ์ที่เหมาะสม 28

ตาราง 3.2 การเปรียบเทียบระหว่างการกรองอะนาลอค และการกรองดิจิตอล 33

ตาราง 3.3 ครั้งที่ ใช้ตาราง 1look-up และ ค่า Calibrate = 0, N = Normal, A = Abnormal 34

ตาราง 3.4 ครั้งที่ ใช้ตาราง 2look-up และ ค่า Calibrate = +3, N = Normal, A = Abnormal 35

ตาราง 3.5 Laparoscopic cholecystectomy 39

ตาราง 3.6 Hemodynamic changes during pheumoperitoneum 42

ตาราง 3.7 Pulmonary function changes during pneumoperitoneum 44

สารบัญรูป

หน้า

รูป 1.1 ย่านการดูดกลืนแสง)absorption spectrum) ของ Hemoglobin 3

รูป 1.2 พัลส์ออกซิเมตรี)Pulse oxymetry) 3

รูป 1.3 ตัวตรวจวัดระดับออกซิเจนอิ่มตัวในเลือด 4

รูป 2.1 อัตราการดูดกลืนแสงของออกซีฮีโมโกลบิน และฮีโมโกลบินธรรมดา 8

รูป 2.2 อัตราส่วนอย่างต่ำของระดับออกซิเจน และความต่างของสมการเบียร์แลมเบิร์ต- 14

รูป 2.3 วงจรวัดโดยอาศัยตัวต้านทานไวแสง 15

รูป 2.4 วงจรขยายตัวตรวจวัดแบบไดโอดไวแสง 16

รูป 2.5 ช่องเชื่อมต่อ DB-9 21

รูป 2.6 ผังวงจรรวม 23

รูป 3.1 เครื่อง SpO_2 meter ต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้น 27

รูป 3.2 ตัวต้านทานไวแสงที่ตอบสนองต่อช่วงแสงสีแดงและแสงอินฟราเรด 28

รูป 3.3 การตอบสนองของไดโอดไวแสงต่อช่วงแสงสีแดงและแสงอินฟราเรด 30

รูป3.4 การตัดทอนกรองเอาแต่ความถี่ที่ต่ำกว่า รอบต่อนาทีของช่วงคลื่นแสง 50 32
อินฟราเรดแกนตั้ง: ศักย์ที่อ่านได้จากไดโอดไวแสง แกนนอน ,: เวลา (มิลลิวินาที)

รูป 3.5 แผนผังขั้นตอนในการตรวจวัด Sixth Vital Sign 55