โปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด

WEB APPLICATION FOR PULSE OXIMETER

กษิภัท เมธาคุณวุฒิ
KASIPAT MATAKUNNAWUTTI
กันต์ สมบัติศิรินันท์
KANT SOMBATSIRINANT

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของ
เครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด

WEB APPLICATION FOR PULSE OXIMETER

T143857

โดย
กษิภัท เมธาคุณวุฒิ
กันต์ สมบัติศิรินันท์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

b.12810423
i.

เลขหมู่.......
เลขทะเบียน 143857
วัน.เดือน.ปี 04 ต.ค. 2559

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2558

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของเครื่องวัดออกซิเจนในกระแสเลือด

WEB APPLICATION FOR PULSE OXIMETER

ผู้จัดทำ นายกษิภัท เมธาคุณวุฒิ รหัสประจำตัว 55010060

นายกันต์ สมบัติศิรินันท์ รหัสประจำตัว 55010072

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	โปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของเครื่องวัดการอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด
นักศึกษา	นายกษิภัท เมธาคุณวุฒิ รหัสประจำตัว 55010060
	นายกันต์ สมบัติศิรินันท์ รหัสประจำตัว 55010072
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการกล่าวถึงการออกแบบ และ การสร้างเครื่องวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด โดยทำการตรวจวัดจากฮีโมโกลบินที่จับอยู่กับออกซิเจนในเลือดแดง ดังนั้นจะได้เงื่อนไขในการทำงานของเครื่องนี้ประกอบไปด้วยส่วนหลัก 2 ส่วนคือ จะต้องแยกระหว่างฮีโมโกลบินที่อยู่กับออกซิเจน และไม่จับอยู่กับออกซิเจนและฮีโมโกลบินที่จับอยู่กับออกซิเจนนั้นจะต้องเป็นฮีโมโกลบินที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงไม่ใช่เม็ดเลือดดำ เมื่อเราสามารถจะวัดค่าฮีโมโกลบินที่จับอยู่กับออกซิเจนและไม่จับอยู่กับออกซิเจน แล้วจะทำการคำนวณเพื่อหาค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือดออกมาแสดงผลบนหน้าจอ LCD และทำการส่งค่านั้นเข้าคอมพิวเตอร์ผ่าน USB โดยเขียนโปรแกรมรับค่าและทำการส่งค่านั้นขึ้นไปแสดงบนเว็ปไซต์อัตโนมัติซึ่งมีระบบฐานข้อมูลและเก็บข้อมูลการวัดของแต่ละบุคคลรองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Web Application For Pulse Oximeter
Student	Mr. Kasipat Matakunnawutti Student ID 55010060
	Mr. Kant Sombatsirinant Student ID 55010072
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2015
Thesis Advisor	Dr. Thurdsak Leauhathong

Abstract

The purpose of this project is studying and making a system for continuously measuring and recording the oximeter value. It can send data to laptop via USB and use program for update to website that have login system to keep patient's information for doctor diagnose risk of hypoxia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องโปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของเครื่องวัดออกซิเจนในกระแสเลือด (Web Application For Pulse Oximeter) นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจาก ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ทางผู้จัดทำจึงขอขอบคุณอาจารย์เทิดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงานนี้ ทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณเพื่อน รุ่นพี่ ที่คอยแนะนำแนวทางในการดำเนินงาน ให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น ตั้งแต่เริ่มโครงงานนี้ จนกระทั่งโครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

กษิภัท เมธาคุณวุฒิ
กันต์ สมบัติศิรินันท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ....................I
Abstract....................II
กิตติกรรมประกาศ....................III
สารบัญ....................IV
สารบัญรูป....................VI
สารบัญตาราง....................VIII
บทที่ 1 บทนำ....................1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา....................1
1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์....................1
1.3 สมมติฐานของการศึกษา....................1
1.4 ขอบเขตของการวิจัย....................1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ....................1
1.6 องค์ประกอบ....................2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง....................3
2.1 SpO2 Sensor....................3
2.2 ส่วนของวงจรควบคุมกระแสคงที่....................5
2.3 ส่วนของวงจรควบคุมทิศทางการไหลของกระแส....................6
2.3.1 กระแสไหลจากขวาไปด้านซ้าย....................6
2.3.2 กระแสไหลจากซ้ายไปด้านขวา....................6
2.4 ส่วนของวงจรกรองความถี่....................7
2.4.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ....................7
2.4.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง....................8
2.4.3 Twin-T Notch Filter....................9
2.4.4 Active Filter....................10
2.5 Transimpedance Amplifier....................11
2.6 Microcontroller....................12
2.7 VisualStudio....................13
2.8 Serial port 14
2.8.1 การสื่อสารซิงโครนัส....................14
2.8.1 การสื่อสารอะซิงโครนัส....................14
2.9 UART....................15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS232......16
2.11 ออกแบบหน้าเว็บไซต์โดยใช้ HTML5......17
2.12 ตกแต่งหน้าเว็บไซต์ด้วย CSS......18
2.13 ระบบฐานข้อมูล PHP MySQL และ PHPMYADMIN......19
2.13.1 Personal Hypertext Processor......19
2.13.2 MySQL......19
2.13.3 PHPMYADMIN......19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย......20
3.1 การออกแบบ......21
3.1.1 ออกแบบวงจร......21
3.1.2 ออกแบบหน้าโปรแกรม......25
3.1.3 ออกแบบหน้าเว็บไซต์......25
3.2 การทำงานของวงจร......27
3.3 การทำงานของเว็บไซต์......28
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง......29
4.1 การทดลองที่1 วงจรส่วนกรองความถี่......30
4.2 การทดลองที่2 วัดสัญญาณคลื่นการไหลของโลหิต......29
4.3 การทดลองที่3 วัดคลื่นการไหลของกระแสโลหิตของแต่ละคน......32
4.4 การทดลองที่4 ตรวจสอบประสิทธิภาพโดยวัดจากเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด.....34
4.5 การทดลองที่5 รับค่าจาก USB และส่งขึ้นไปอัพเดตบนเว็ปไซต์......36

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง......37
5.1 บทสรุป......37
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง......37

เอกสารอ้างอิง......38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แผนผังการทำงาน....2

2.1 SpO_2 Sensor....3

2.2 คุณสมบัติการดูดซับคลื่นแสงของ oxyhemoglobin และ deoxyhemoglobin....4

2.3 กราฟแสดงอัตราส่วนการดูดซับคลื่นแสง....4

2.4 วงจรส่วนกระแสคงที่....5

2.5 ส่วนของวงจรกำหนดทิศการไหลของกระแส....6

2.6 วงจรกรองความถี่ต่ำ....7

2.7 กราฟแสดงอัตราขยายแรงดันเชิงความถี่ต่ำผ่าน....7

2.8 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง....8

2.9 กราฟแสดงอัตราขยายแรงดันเชิงความถี่สูงผ่าน....9

2.10 วงจร Twin-T Notch Filter....9

2.11 ผลตอบสนองต่อความถี่ของวงจร Twin-T....10

2.12 วงจร Active Filter....10

2.13 วงจร Transimpedance amplifier....11

2.14 Microcontroller....12

2.15 Visual Studio....13

2.16 รูปแบบการส่งข้อมูลของ RS232....14

2.17 รูปแบบการส่งข้อมูลของ UART....15

2.18 ระดับแรงดันของ TTL....15

2.19 ตัวแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS232....16

2.20 การสื่อสารระหว่าง คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์....16

2.21 ส่วนประกอบของหน้าเว็บไซต์....17

3.1 แผนผังการดำเนินงาน....20

3.2 วงจรควบคุมกระแส....21

3.3 Transimpedence amplifier....21

3.4 Low pass filter....22

3.5 Notch filter....22

3.6 High pass filter....23

3.7 Active low pass filter....23

3.8 Microcontroller....24

3.9 หน้าต่างโปรแกรม....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่อนุญาตให้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 แผนผังการทำงานของวงจร.....27
3.12 แผนผังการทำงานของเว็บไซต์.....28
4.1 กราฟการตอบสนองความถี่ของ Low pass filter.....29
4.2 กราฟการตอบสนองความถี่ของ Notch filter.....29
4.3 กราฟการตอบสนองความถี่ของ High pass filter.....30
4.4 กราฟการตอบสนองความถี่ของ Output low pass filter.....30
4.5 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Transimpedance Amplifier.....31
4.6 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Low pass filter.....31
4.7 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Notch filter.....32
4.8 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน High filter.....32
4.9 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Active filter.....33
4.10 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 1.....34
4.11 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 2.....34
4.12 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 1.....35
4.13 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 2.....35
4.14 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับของจริงของคนที่ 1.....36
4.15 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับของจริงของคนที่ 2.....36
4.16 ส่งค่าขึ้นอัพเดตบนเว็บไซต์.....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ผลการวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ 1................36

2. ผลการวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่ 2...............36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระดับออกซิเจนในเลือดต่ำ (hypoxemia) เป็นภาวะหนึ่งที่พบบ่อย ซึ่งต้องการการวินิจฉัยและรักษาอย่างถูกต้องเพื่อลดความพิการและอัตราการตายจากการขาดออกซิเจน การสังเกตอาการจากการตรวจร่างกายเพื่อประเมินระดับออกซิเจนในเลือดมีข้อจำกัด เนื่องจากการเจาะเลือดเพื่อตรวจร่างกายนั้นจะไม่ได้ค่าที่ต่อเนื่องตลอดเวลาและเป็นวิธีที่ทำให้ผู้ป่วยเจ็บตัว ในเวลาต่อมาจึงได้มีการคิดค้นเครื่องตรวจวัดออกซิเจนในกระแสเลือดจากสัญญาณชีพจร (pulse oximeter) ขึ้น ซึ่งสามารถตรวจวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดได้โดยไม่ต้องเจาะเลือด และยังสามารถวัดได้ตลอดเวลา

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อออกแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บไซต์ของเครื่องวัดออกซิเจนในกระแสเลือดที่มีความเสถียรและแม่นยำ เพื่อใช้ในการตรวจสอบระดับออกซิเจนในกระแสเลือดได้ตลอดเวลาจากการนำเครื่องวัดออกซิเจนมาหนีบที่นิ้วมือและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เนื่องจากแต่ละคนจะมีความหนาของชั้นผิวหนังในนิ้วมือต่างกัน จึงทำให้กราฟออกมาไม่ตรงตามสัญญาณชีพจรจริงๆ ดังนั้นเครื่องวัดออกซิเจนในกระแสเลือดต้องสามารถวัดค่าออกซิเจนได้

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

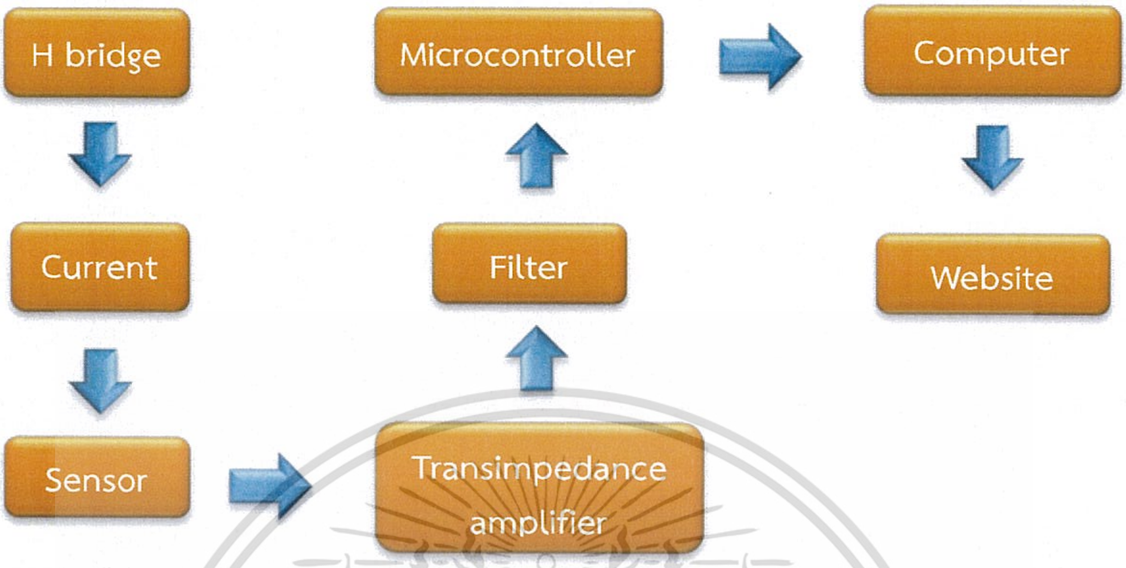
ในปริญญานิพนธ์นี้เป็นการวัดสัญญาณกราฟคลื่นการไหลเวียนโลหิตโดยใช้ออสซิลโลสโคป (oscilloscopes) เพื่อจะนำค่าจากกราฟคลื่นสัญญาณนั้นไปหาค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือดได้และแสดงผลบนเว็บไซต์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องวัดค่าออกซิเจนในกระแสเลือด
2. ได้ทบทวนการออกแบบวงจรกรองความถี่ (filter) เพื่อให้ได้เฉพาะสัญญาณที่ต้องการ
3. ได้รับความรู้การสร้างส่วนของกระแสคงที่ โดยการใช้ Operating Amplifier
4. ได้รับความรู้เรื่องการออกแบบเว็บไซต์และทำระบบฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนผังการทำงาน



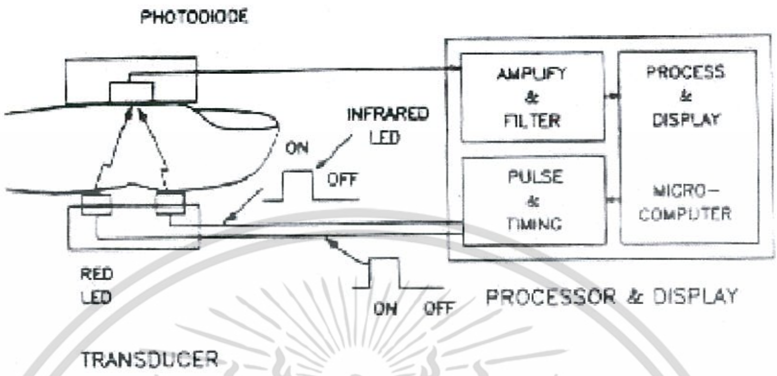
รูปที่ 1.1 แผนผังการทำงาน

การทำงานจะเริ่มจากการเลือกแหล่งจ่ายแสงที่ H-bridge และปรับขนาดของกระแสให้เหมาะสมของ Sensor สำหรับแต่ละบุคคล เมื่อ Sensor ทำงานจะได้สัญญาณกระแสออกมาจึงใช้ Transimpedance amplifier แปลงสัญญาณกระแสให้เป็นสัญญาณแรงดัน และนำไปผ่านส่วน Filter and Amplifier เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณ จากนั้นให้ส่วน Microcontroller อ่านค่าสัญญาณที่ได้และนำค่านั้นไปคำนวณหาค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ หลังจากการคำนวณเสร็จจะทำการแสดงค่านั้นที่จอ LCD และทำการส่งข้อมูลไปที่คอมพิวเตอร์ผ่าน USB โดยใช้โปรแกรม Visual Studio ในการรับข้อมูลและส่งข้อมูลต่อไปยังเว็บไซต์เพื่อแสดงผลการวัดที่เว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

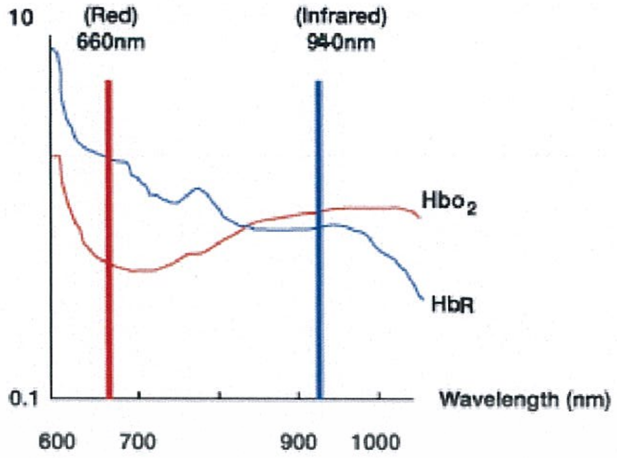
2.1 SpO2 Sensor



รูปที่ 2.1 SpO_2 Sensor

SpO_2 Sensor นั้นเป็นเซนเซอร์ที่มีส่วนประกอบกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนปล่อยคลื่นแสง Light Emitting Diode (LED) ซึ่งจะปล่อยแสง 2 ความยาวคลื่น และส่วนตัวรับสัญญาณ (photodetector) ที่สามารถวัดความเข้มของแสงที่ส่งผ่านนิ้วมือดังรูปที่ 1 โดยอาศัยหลักการดูดซับคลื่นแสงที่แตกต่างกันของฮีโมโกลบินที่จับกับออกซิเจน (oxyhemoglobin, HbO_2) และฮีโมโกลบินที่ไม่จับกับออกซิเจน (deoxyhemoglobin หรือ reduced hemoglobin, HbR) HbO_2 ดูดซับ คลื่นแสงช่วงความยาวคลื่น 600-750 นาโนเมตร (คลื่นแสงสีแดง) ขณะที่ HbR ดูดซับคลื่นแสงความยาวคลื่น 850-1000 นาโนเมตร (คลื่นอินฟาเรด) ดังรูปที่ 2.1

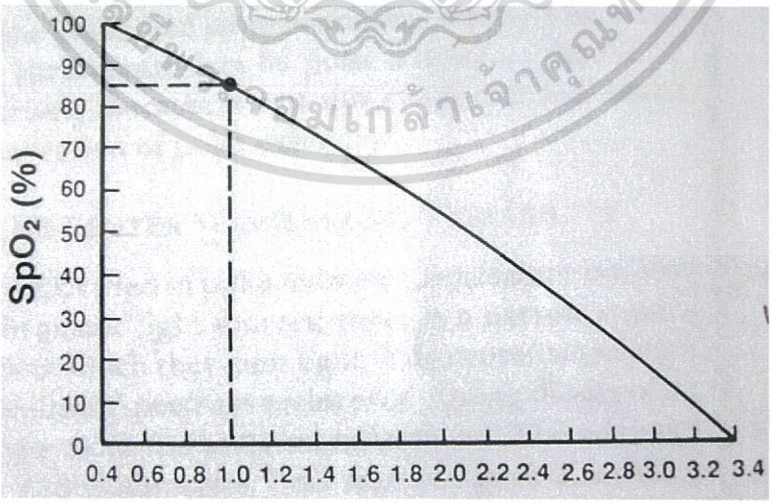
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 คุณสมบัติการดูดซับคลื่นแสงของ oxyhemoglobin และ deoxyhemoglobin

เมื่อคลื่นแสงเดินทางผ่านเนื้อเยื่อ ตัวรับสัญญาณจะแยกความแตกต่างของคลื่นแสงช่วงที่ไม่มีเลือดไหลผ่าน (non-pulsatile flow หรือ direct current light, DC) ซึ่งเป็นการดูดซับคลื่นแสงของเนื้อเยื่อ(กระดูก กล้ามเนื้อ เนื้อเยื่ออ่อน) และเลือดในหลอดเลือดดำและแดงกับช่วงที่มีการไหลผ่านของเลือดในหลอดเลือดแดงตามการบีบตัวของหัวใจ (pulsatile flow หรือ alternating current light, AC) ดังรูปที่ 2 นำค่าการดูดซับคลื่นแสงในช่วงต่างๆ มาคำนวณเป็นอัตราส่วน (R) ของการดูดซับคลื่นแสงแล้วคำนวณเป็นความอิ่มตัวออกซิเจนของฮีโมโกลบินในช่วงที่มีเลือดไหลผ่าน (pulse oxygen saturation, SpO2) พบว่า ที่ค่า R เท่ากับ 0.4, 1 และ 3.4 ค่า SpO2 จะเท่ากับร้อยละ 100, 85 และ 0 ตามลำดับ7 ดังรูปที่ 2.3

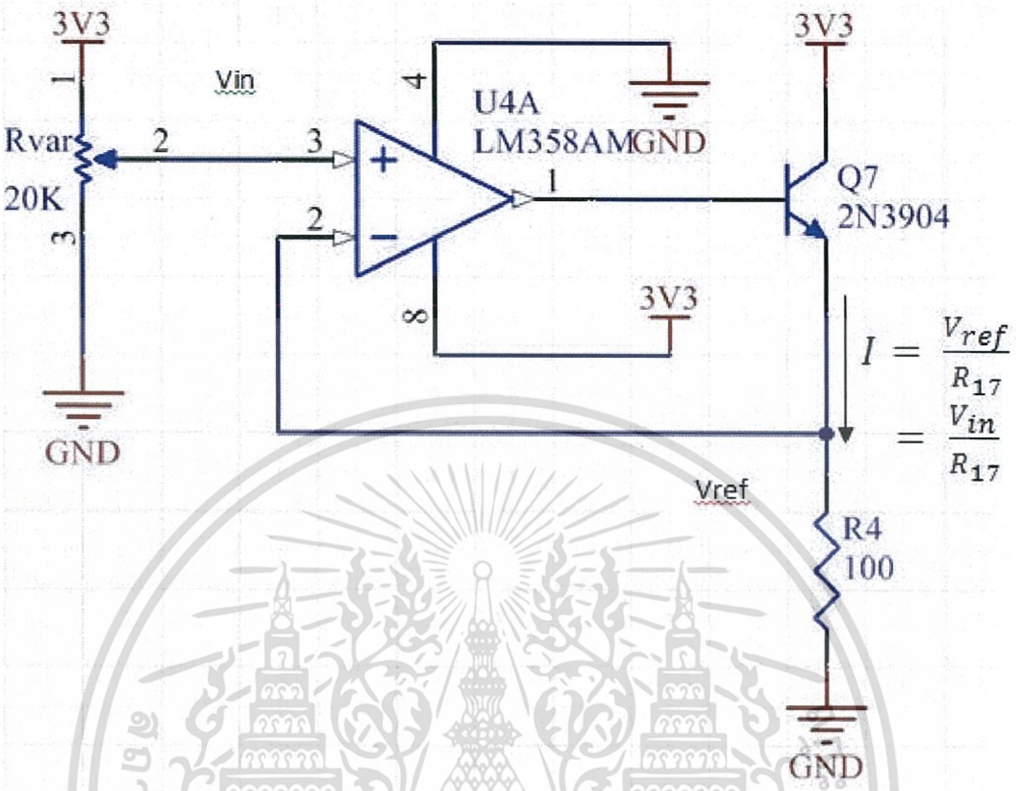
$$\text{อัตราส่วน}(R) = \frac{AC660/DC660}{AC940/DC940} \quad (1)$$



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงอัตราส่วนการดูดซับคลื่นแสง (R)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนของวงจรควบคุมกระแสคงที่



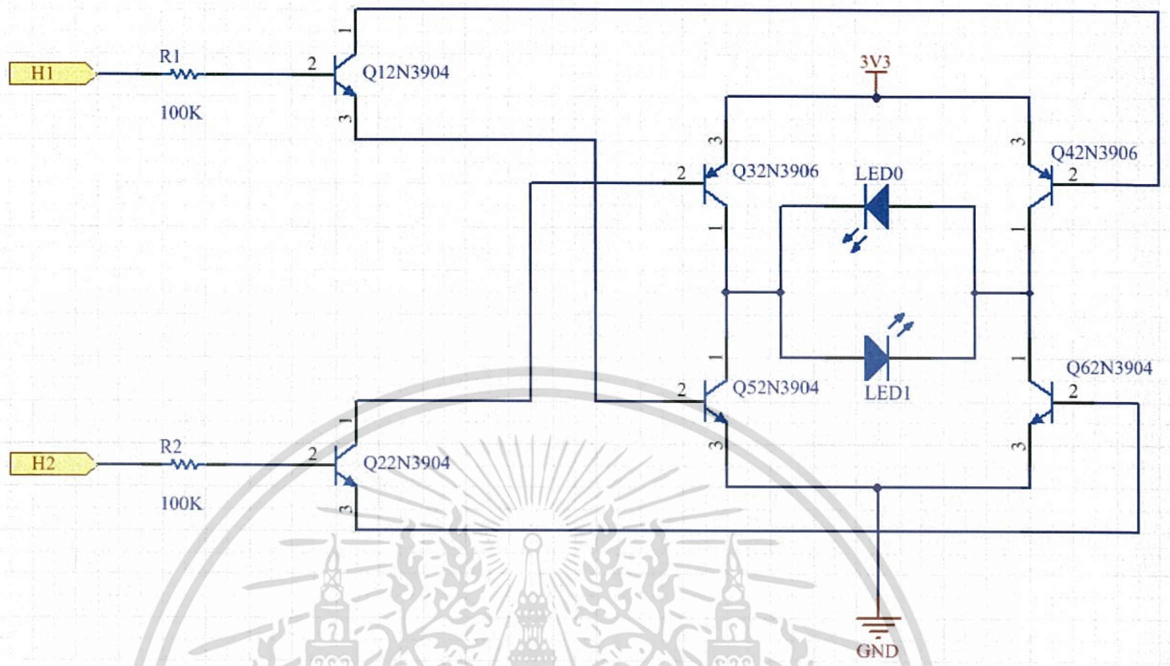
รูปที่ 2.4 วงจรส่วนกระแสคงที่

วงจรส่วนนี้เป็นวงจรควบคุมกระแส โดยจะใช้ออปแอมป์ต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์ มีหลักการทำงาน คือ ออปแอมป์จะเปรียบเทียบแรงดันขาบวกกับขาลบว่าเท่ากันหรือไม่ ถ้าไม่เท่ากันออปแอมป์จะเพิ่มหรือลดอัตราขยายเพื่อให้แรงดันเท่ากัน จึงทำให้แรงดันที่ขาลบของออปแอมป์ (Vref) คงที่เท่ากับแรงดันที่ขาบวก (Vin) เมื่อแรงดัน Vref คงที่แล้วกระแสที่ไหลผ่าน R17 ก็จะคงที่ด้วย ดังนั้นจะสามารถกำหนดกระแสได้จากการกำหนดค่าแรงดัน Vin ได้ดังสมการ

$$I = \frac{V_{in}}{R_{17}} = \frac{V_{in}}{10} \tag{2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ส่วนของวงจรควบคุมทิศทางการไหลของกระแส



รูปที่ 2.5 ส่วนของวงจรกำหนดทิศการไหลของกระแส

วงจรนี้จะเป็นส่วนกำหนดว่าจะให้กระแสนั้นไหลจากด้านใดไปยังด้านใด สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ

2.3.1 กระแสไหลจากด้านขวาไปยังด้านซ้าย

โดยเมื่อให้ H1 ต่อเข้ากับไฟเลี้ยงในขณะที่ H2 ต่อลงกราวด์ ทรานซิสเตอร์ Q2 , Q3 และ Q6 จะไม่ทำงาน และจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานจะเกิดการไหลของกระแสไปยังทรานซิสเตอร์ Q5 และมีการดึงกระแสมาจากทรานซิสเตอร์ Q4 เมื่อทรานซิสเตอร์ Q4 ทำงานจะมีกระแสไหลจากไฟเลี้ยงมาที่ทรานซิสเตอร์ Q4 กับมีกระแสไหลจากทรานซิสเตอร์ Q4 ผ่าน LED ไปที่ทรานซิสเตอร์ Q5 และไหลลงกราวด์

2.3.2 กระแสไหลจากด้านซ้ายไปยังด้านขวา

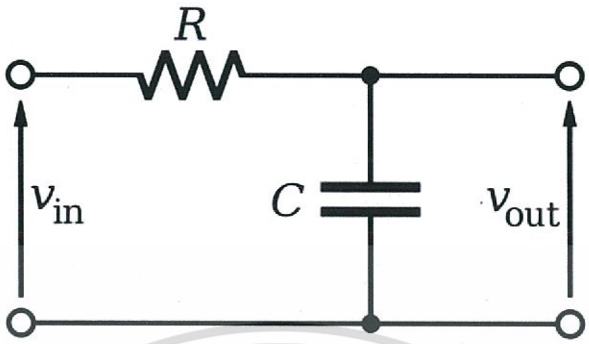
โดยเมื่อให้ H2 ต่อเข้ากับไฟเลี้ยงในขณะที่ H1 ต่อลงกราวด์ ทรานซิสเตอร์ Q1 , Q4 และ Q5 จะไม่ทำงาน และจะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 ทำงานจะเกิดการไหลของกระแสไปยังทรานซิสเตอร์ Q2 และมีการดึงกระแสมาจากทรานซิสเตอร์ Q3 เมื่อทรานซิสเตอร์ Q3 ทำงานจะมีกระแสไหลจากไฟเลี้ยงมาที่ทรานซิสเตอร์ Q3 กับมีกระแสไหลจากทรานซิสเตอร์ Q3 ผ่าน LED ไปที่ทรานซิสเตอร์ Q6 และไหลลงกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ส่วนของวงจรกรองความถี่ (Filter)

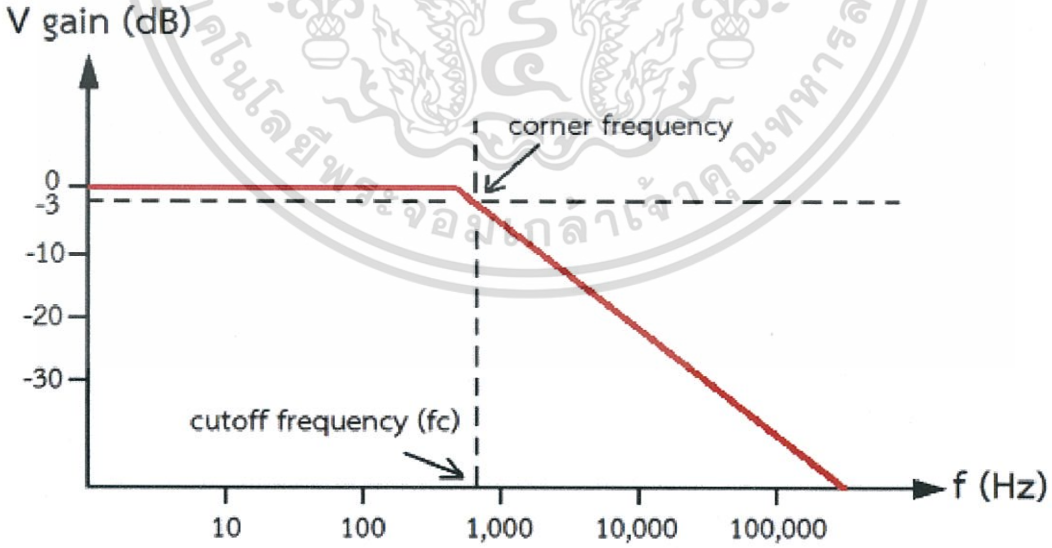
ในส่วนกรองสัญญาณความถี่ (Filter) ใน Pulse Oximeter นั้นมีอยู่ 4 ส่วนหลักๆได้แก่

2.4.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF)



รูปที่ 2.6 วงจรกรองความถี่ต่ำ

วงจรกรองความถี่ต่ำจะยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 Hz จนถึงความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (cutoff frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ และถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนดไว้ สัญญาณออกควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆ ของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นผลที่ได้จึงเป็นดังรูปที่ 2.7 คือเมื่อสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นวงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆจนกระทั่งจะลดลงในอัตราคงที่



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงการลดทอนความถี่ในวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณวงจรกรองความถี่ต่ำ

ค่าที่ต้องพิจารณาสำหรับการออกแบบวงจรฟิลเตอร์ชนิดกรองความถี่ต่ำผ่านคือค่าความถี่คัทออฟ(ω_c) ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งหาได้จากสมการ

$$\omega_c = \frac{1}{RC} = 2\pi f_c \tag{3}$$

โดยที่ ω_c มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad/s)

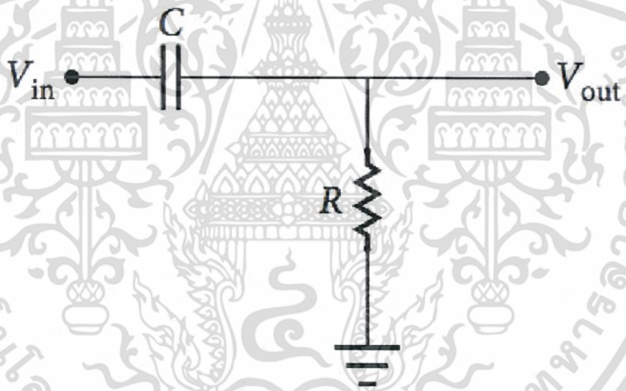
f_c มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)

R มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

C มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)

2.4.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง (High Pass Filter: HPF)

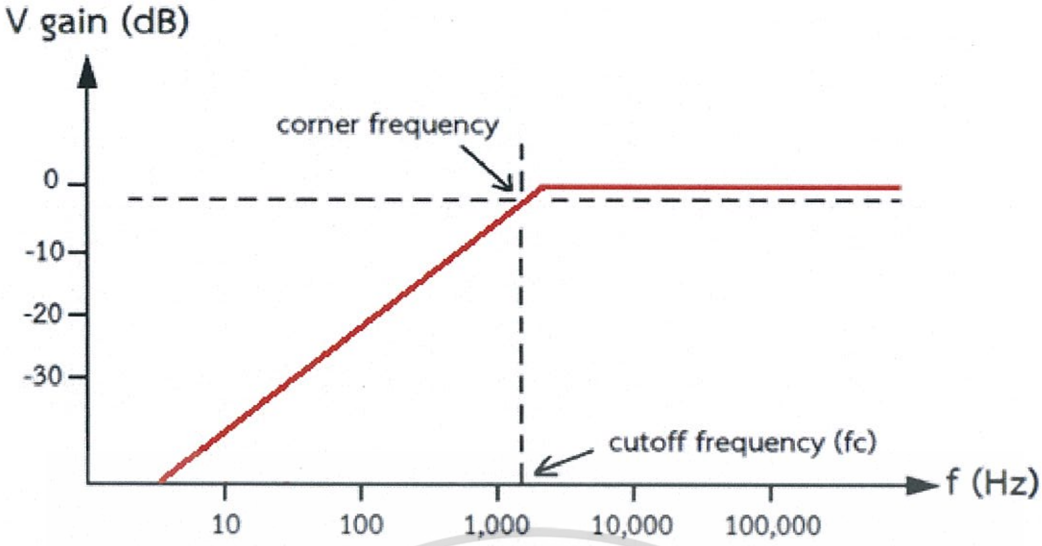
มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ คือมีการตอบสนองต่อสัญญาณของวงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่านและลดทอนสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งจะแสดงวงจรและกราฟตอบสนองอัตราขยายแรงดันความถี่ได้ ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.8 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง

วงจรกรองความถี่สูงจะยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่สูงกว่าค่าความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ และถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้ สัญญาณออกควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆ ของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นผลที่ได้จึงเป็นดังรูปที่ 2.9 คือเมื่อสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นวงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจะลดลงในอัตราคงที่ค่าหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

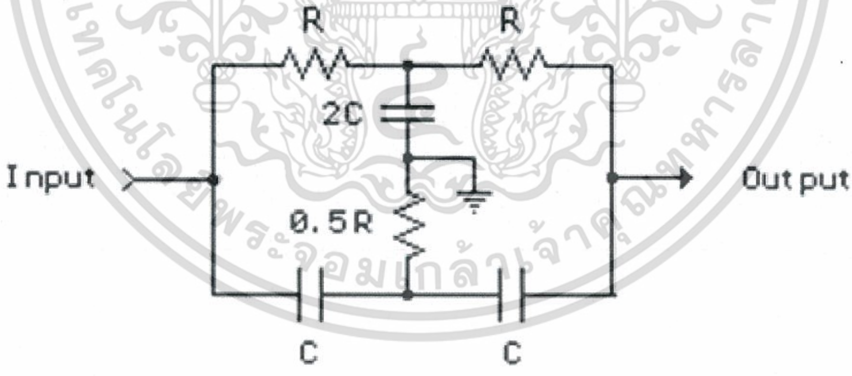


รูปที่ 2.9 กราฟแสดงการลดทอนความถี่ในวงจรกรองความถี่สูงผ่าน

ขั้นตอนการคำนวณวงจรกรองความถี่สูง

การคำนวณหาค่าความถี่ตัด (cutoff frequency) ในวงจรกรองความถี่สูงผ่าน (high pass filter, HPF) สามารถทำได้โดยใช้หลักการเดียวกับวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน นั่นคือคำนวณได้โดยใช้สมการที่ 3

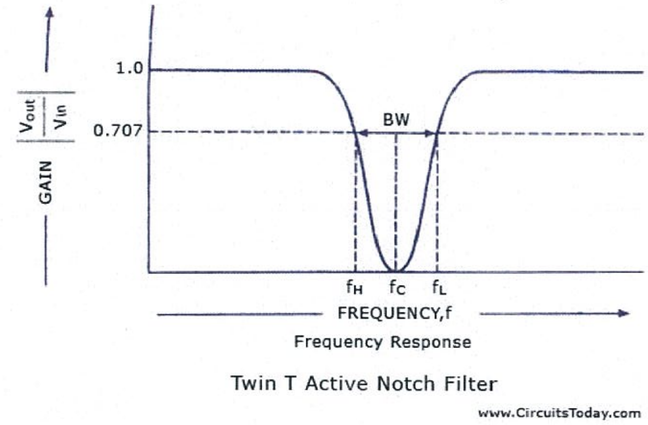
2.4.3 Twin-T Notch Filter



รูปที่ 2.10 วงจร Twin-T Notch Filter

วงจรลดทอนสัญญาณช่วงความถี่จะยอมให้สัญญาณที่ความถี่ใดๆที่ไม่ใช่ที่ค่าความถี่ตัดหรือความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) ผ่านไปโดยจะไม่มีการลดทอนสัญญาณ แต่สัญญาณที่ค่าความถี่คัทออฟนั้นควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่สามารถเปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นผลที่ได้จึงเป็นดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



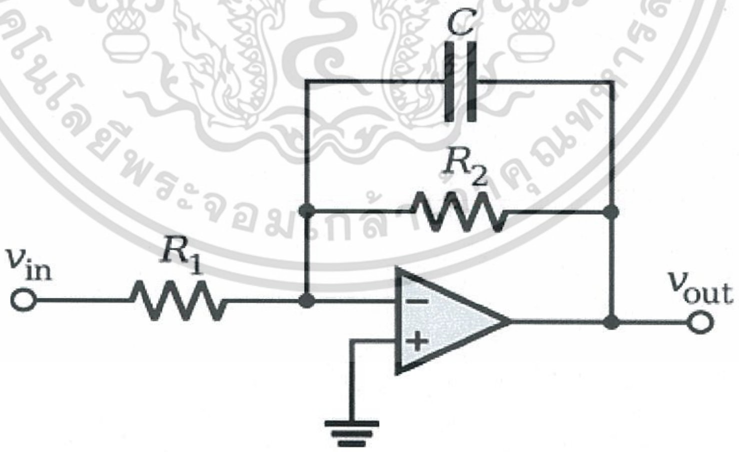
รูปที่ 2.11 ผลตอบสนองต่อความถี่ของวงจร Twin-T

จากรูปจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่ามีความถี่ช่วงผ่านอยู่สองช่วงทั้งซ้ายและขวาที่ค่าแบนด์วิธของสัญญาณ และมีความถี่ที่อยู่ตรงกลางถูกกำจัดหายไปซึ่งค่าความถี่คัทออฟสามารถคำนวณตามสมการ

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC} \tag{4}$$

2.4.4 Active Low Pass Filter

วงจรแอกทีพฟิลเตอร์ชนิดความถี่ต่ำผ่าน (Active Low Pass Filter) นั้นเป็นวงจรที่ใช้ขยายสัญญาณ โดยมีตัว Feed back เป็นตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ



รูปที่ 2.12 วงจร Active Filter

วงจรแอกทีพฟิลเตอร์ชนิดความถี่ต่ำผ่าน (Active Low Pass Filter) นั้นเป็นวงจรที่มีการขยายสัญญาณร่วมกันกับการกรองสัญญาณ โดยสัญญาณที่ผ่านเข้ามานั้นถ้ามีความถี่สูงกว่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) จะถูกลดทอนสัญญาณ ส่วนสัญญาณที่ต่ำกว่าความถี่คัทออฟจะผ่านไปได้และถูกขยายตามค่าอัพตราการขยายของวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราขยายของวงจรแอกทีพฟิลเตอร์สามารถคำนวณได้ตามสมการ

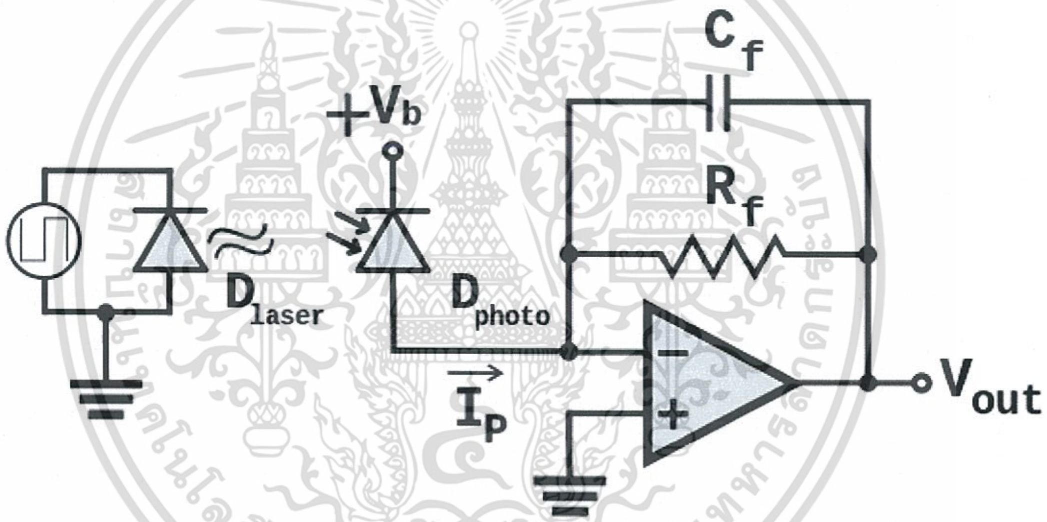
$$A_V = \frac{R_2}{R_1} \tag{5}$$

และค่าความถี่คัทออฟคำนวณได้ตามสมการ

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC} \tag{6}$$

2.5 Transimpedance Amplifier

วงจรทรานอิมพีแดนซ์แอมปลิฟายเออร์ (Transimpedance amplifier) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับแปลงกระแสเป็นแรงดันโดยอินพุทของวงจรเป็นกระแสจาก Photodiode



รูปที่ 2.13 วงจร Transimpedance amplifier

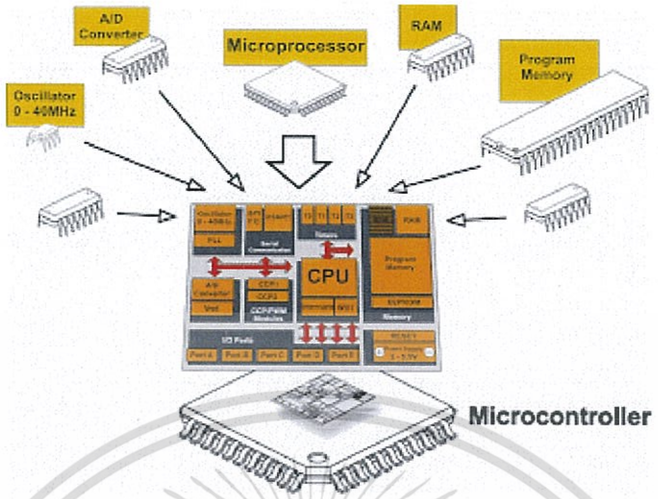
วงจรทรานอิมพีแดนซ์แอมปลิฟายเออร์ (Transimpedance amplifier) หรือเรียกอีกอย่างว่า current-to-voltage converter ซึ่งประกอบด้วย op-amp เป็นพื้นฐาน เมื่อโฟโต้ไดโอดรับแสง (โฟตอน) จะทำให้มีกระแสไหลแต่อยู่ในระดับที่ต่ำมาก (ไมโครแอมป์) จึงต้องมีการขยายสัญญาณและแปลงให้เป็นแรงดันสำหรับใช้เป็นสัญญาณเอาต์พุต ปริมาณแสงที่ได้รับจะแปรผันตรงกับระดับแรงดัน ซึ่งมีความสัมพันธ์ตามสมการ

$$V_{out} = -I_P R_f \tag{7}$$

ในขณะที่ตัวเก็บประจุนั้นจะช่วยทำให้มีความเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Microcontroller



รูปที่ 2.14 Microcontroller

Microcontroller คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู,หน่วยความจำและพอร์ตซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกันโดยทำการบรรจุเข้าไว้ในอุปกรณ์เดียวกัน
โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

-หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำงาน ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

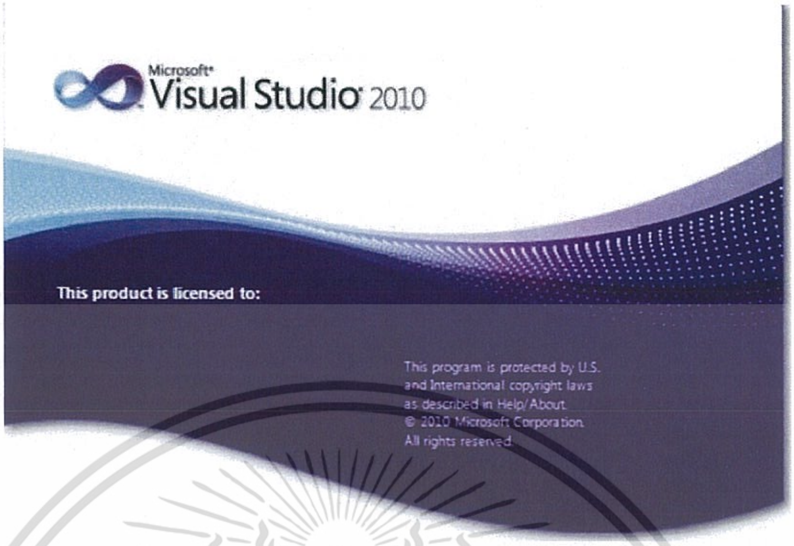
-หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของ เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Mempry) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

-ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต

-ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัว
ไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Visual Studio



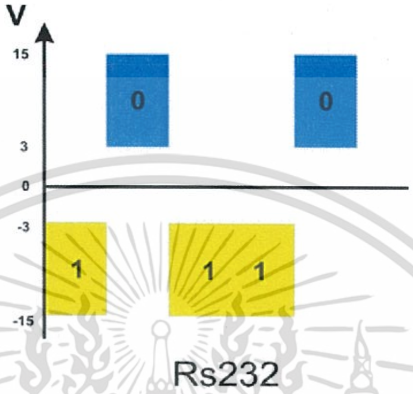
รูปที่ 2.15 Visual Studio

Visual Studio เป็นชุดพัฒนาแบบ IDE Integrated Development Environment ซึ่งหมายถึง สภาพแวดล้อมที่รวบรวมเครื่องมือและคุณสมบัติทุกอย่างที่มีความจำเป็นสำหรับการพัฒนาโปรแกรมเข้าไว้ด้วยกันในที่เดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบหน้าต่างผู้ใช้งาน การเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง, การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ, การเขียนโปรแกรมโดยใช้เหตุการณ์ควบคุมการทำงาน, การเขียนโค้ดต่างๆ, การรันเพื่อทดสอบการทำงาน การค้นหาและแก้ไขข้อผิดพลาด ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษาต่างๆ เช่น Visual Basic, C#, C++ และ F# เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Serial port

Serial port เป็นส่วนที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของคอมพิวเตอร์ เช่น modem mouse keyboard เป็นต้น โดยรูปแบบการสื่อสารของพอร์ทชนิดนี้นั้นจะเป็นการส่งข้อมูลแบบทีละบิต บนมาตรฐานการส่งข้อมูลแบบ RS-232 ซึ่งจะต่างจาก parallel port (ที่จะมีการส่งข้อมูลพร้อมๆ กันทีละหลายๆ บิตทำให้ส่งข้อมูลได้ช้ากว่า แต่ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม คือ สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกล และใช้สายสัญญาณที่น้อยกว่าแบบขนาน



รูปที่ 2.16 การส่งข้อมูลของ Rs232

ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรมแบ่งตามลักษณะสัญญาณในการส่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

2.8.1 การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารข้อมูลโดยใช้สัญญาณนาฬิกาในการควบคุมจังหวะของการรับส่งสัญญาณ

2.8.2 การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารที่ใช้สายข้อมูลเพียงตัวเดียว จะใช้รูปแบบของการส่งข้อมูล(Bit Pattern) เป็นตัวกำหนดว่าส่วนไหนเป็นส่วนเริ่มต้นข้อมูล ส่วนไหนเป็นข้อมูล ส่วนไหนจะเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และส่วนไหนเป็นส่วนปิดท้ายของข้อมูล โดยจะกำหนดให้สัญญาณนาฬิกาเท่ากันทั้งภาคส่งและภาครับ สำหรับการติดต่อสื่อสารลักษณะนี้จะใช้การรับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous คือจะใช้สายข้อมูลเพียงสายเดียว

มาตรฐาน RS-232 เป็นมาตรฐานของการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อที่จะทำ ให้อุปกรณ์ต่อพ่วงจากผู้ผลิตต่างกันสามารถทำงานร่วมกันได้ มาตรฐานRS-232 นี้ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวางมากในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

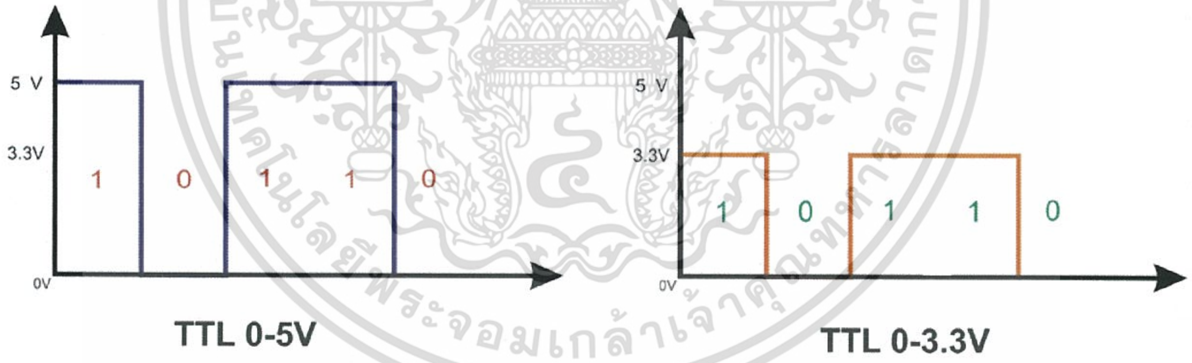
2.9 UART

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรม แบบ Asynchronous โดยมีรูปแบบดังรูป

รูปที่ 2.17 การส่งข้อมูลของ UART

เริ่มต้นจาก Start Bit เป็น Logic 0 จากนั้นจะตามด้วย Data ที่เราส่ง แล้วจะถูกปิดด้วย STOP Bit เป็น Logic 1

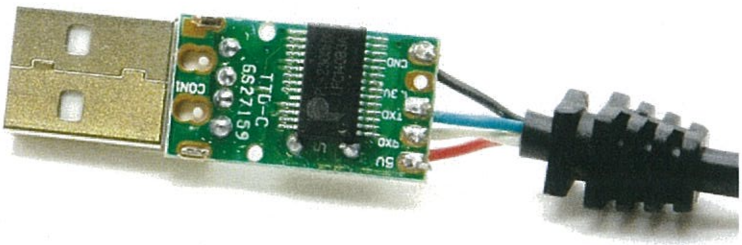
TTL (Transistor-Transistor Logic) เป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆเพื่อใช้ระหว่าง Transistor กับ Transistor ภายในวงจรรวม(IC) ดังนั้น TTL จะใช้ระดับแรงดัน อยู่ที่ 0 – 5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0 – 3.3 V (เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTL) ซึ่งผู้ใช้ควรตรวจสอบจาก Datasheet ของอุปกรณ์ที่ใช้เสียก่อนว่าเป็นระดับแรงดันแบบใด เพราะหากใช้ผิดประเภทจะทำให้อุปกรณ์
เสียหาย



รูปที่ 2.18 ระดับแรงดันของ TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS232



รูปที่ 2.19 ตัวแปลงสัญญาณ TTL เป็น RS232

PL2303HX เป็น IC ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณจากสัญญาณ TTL จากด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปเป็นสัญญาณ RS232 ที่ฝั่งคอมพิวเตอร์ ซึ่งที่ใช้ในที่นี้เป็นแบบวงจรสำเร็จรูปอยู่กับสาย USB

รูปที่ 2.20 การสื่อสารระหว่าง คอมพิวเตอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.11 ออกแบบหน้าเว็บไซต์โดยใช้ HTML5

HTML คือ ภาษาหลักที่ใช้ในการเขียนเว็บเพจ โดยใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผล HTML ย่อมาจากคำว่า Hypertext Markup Languageโดย Hypertext หมายถึงข้อความที่เชื่อมต่อกันผ่านลิงค์ (Hyperlink) Markup languageหมายถึงภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลสิ่งต่างๆที่แสดงอยู่บนเว็บเพจ ดังนั้น HTML จึงหมายถึง ภาษาที่ใช้ Tag ในการกำหนดการแสดงผลเว็บเพจที่ต่างก็เชื่อมถึงกันใน Hyperspace ผ่าน Hyperlink นั่นเองปัจจุบันมีการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) โดยมี Tag ต่างๆให้เลือกใช้ดังนี้

<header> คือส่วนหัวของเว็บไซต์ โดยเป็น element ที่ใช้ครอบเนื้อหาที่เป็นต้นขั้วของเอกสาร

<nav> คือส่วนที่ใช้ mark up ส่วนที่ link ไปยังหน้าอื่นๆหรือ link ไปยังส่วนต่างๆในหน้านั้น

<aside> คือส่วนของเนื้อหาที่เกี่ยวของกับเนื้อหาหลักที่อยู่โดยรอบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้แยกออกจากเนื้อหาหลัก

<section> คือส่วนที่ใช้ mark up เนื้อหาที่ต้องการแยกออกมาเป็นส่วนๆ เช่น การแบ่งบทความออกเป็น chapter หรือแบ่งเนื้อหาทั้งหมดออกเป็นประเด็นย่อยๆ ภายใน section มักจะมี heading ซึ่งจะใช้บอกว่า section นั้นๆ มีเนื้อหาเกี่ยวกับอะไร ซึ่งเนื้อหาภายใน section จะต้องเกี่ยวข้องกันทั้งหมด

<footer> คือส่วนที่ให้ข้อมูลเพิ่มเติม(Information) สำหรับ section ที่มันอยู่ ถ้าเป็น footer ของ article ก็จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ article นั้นๆ ไม่ว่าจะเป็น ผู้แต่ง บทความที่เกี่ยวข้อง หรือส่วนสำหรับแชร์ไปยัง social network แต่ถ้า footer นั้นเป็นของ body ก็หมายความว่า footer นี้จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับหน้านี้ทั้งหน้า

รูปที่ 2.21 ส่วนประกอบของหน้าเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143857

2.12 ตกแต่งหน้าเว็บไซต์ด้วย CSS

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet มักเรียกโดยย่อว่า "สไตล์ชีท" คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ (หรือ "Style") ของเนื้อหาในเอกสาร อันได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร HTML ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสาร ไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลลัพธ์ของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน โดยกฎเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบ (Style) เอกสาร HTML ถูกเพิ่มเข้ามาครั้งแรกใน HTML 4.0 เมื่อปี พ.ศ. 2539 ในรูปแบบของ CSS level 1 Recommendations ที่กำหนดโดย องค์กร World Wide Web Consortium หรือ W3C

ประโยชน์ของ CSS

1. CSS มีคุณสมบัติมากกว่า tag ของ html เช่น การกำหนดกรอบให้ข้อความ รวมทั้งสี รูปแบบของข้อความที่กล่าวมาแล้ว
2. CSS นั้นกำหนดที่ต้นของไฟล์ html หรือตำแหน่งอื่น ๆ ก็ได้ และสามารถมีผล กับเอกสารทั้งหมด หมายถึงกำหนด ครั้งเดียวจุดเดียวก็มีผลกับการแสดงผลทั้งหมด ทำให้เวลาแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้สะดวก ไม่ต้องไล่ตามแก้ tag ต่างๆ ทั่วทั้งเอกสาร
3. CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจาก ไฟล์เอกสาร html และสามารถนำมาใช้ร่วม กับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้เพียง จุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 ระบบฐานข้อมูล PHP MySQL และ PHPMYADMIN

2.13.1 Personal Hypertext Processor (PHP)

PHP เป็นภาษาจำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า สคริปต์ (script) และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปก็เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น

ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้างเอกสารแบบ Dynamic HTML ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

2.13.2 MySQL (Structured Query Language)

MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล มีหน้าที่เก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ รองรับคำสั่งเอสคิวแอล (SQL = Structured Query Language) เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล ที่ต้องใช้ร่วมกับเครื่องมือหรือโปรแกรมอื่นอย่างบูรณาการ เพื่อให้ได้ระบบงานที่รองรับความต้องการของผู้ใช้ เช่นทำงานร่วมกับเครื่องบริการเว็บ (Web Server) เพื่อให้บริการแก่ภาษาสคริปต์ที่ทำงานฝั่งเครื่องบริการ (Server-Side Script)

2.13.3 PHPMYADMIN

phpMyAdminคือโปรแกรมที่พัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้บริหารจัดการฐานข้อมูล Mysql แทนการคีย์คำสั่ง เนื่องจากถ้าเราจะใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือในการจัดการฐานข้อมูล MySQL ขึ้นมาเพื่อให้สามารถจัดการ ตัว DBMS ที่เป็น MySQL ได้ง่ายและสดวกยิ่งขึ้น โดย phpMyAdmin ก็ถือเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งในการจัดการนั้นเอง

phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษาพีเอชพี ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บไซต์เบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง TABLE ใหม่ๆ และยังมี function ที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ insert, delete, update หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่างๆเหมือนกับกันการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูลphpMyAdmin เป็นโปรแกรมประเภท MySQL Client ตัวหนึ่งที่ใช้ในการจัดการข้อมูล MySQL ผ่านweb browser ได้โดยตรง phpMyAdmin ตัวนี้จะทำงานบน Web server เป็น PHP Application ที่ใช้ควบคุมจัดการ MySQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

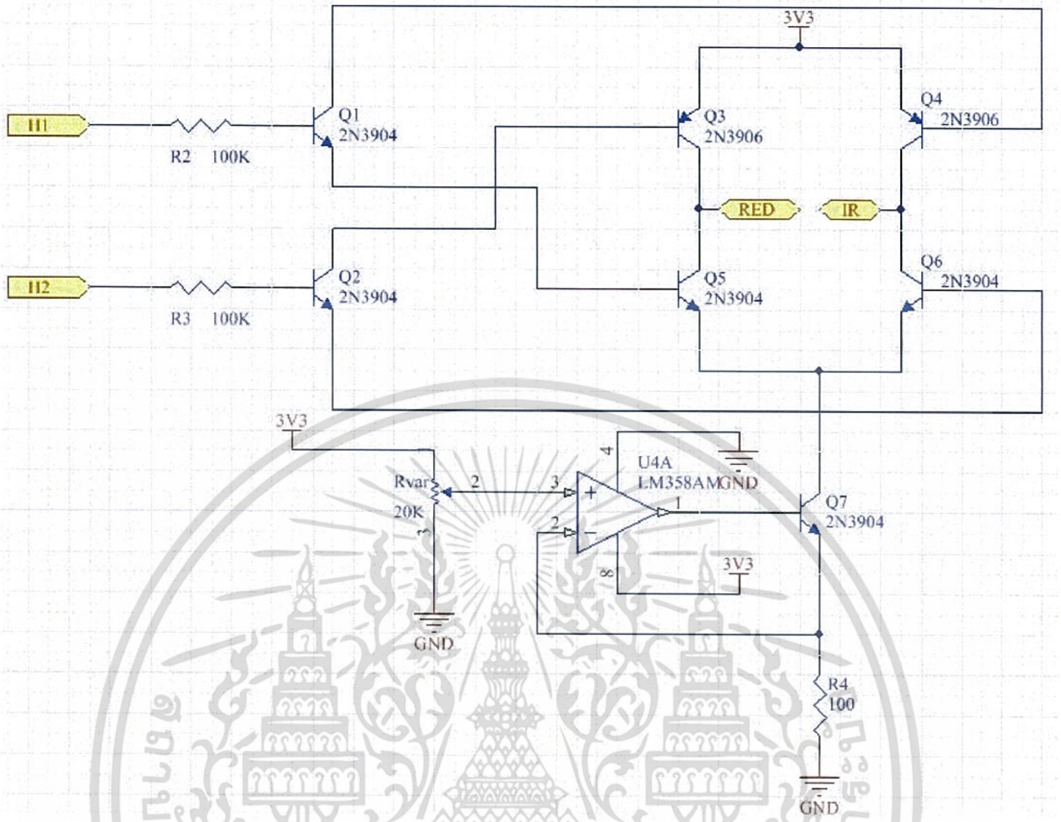
ในการปฏิบัติงานให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ภายในระยะเวลาที่กำหนดนั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนโครงงานเพื่อให้ทราบถึงแนวทางและขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง แผนโครงงานดังกล่าวสามารถเขียนเป็นแผนผังการดำเนินงานในการทำโครงงานเครื่องวัดความอิ่มตัวของออกซิเจนได้ ดังแสดงในภาพ

รูปที่ 3.1 แผนผังการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

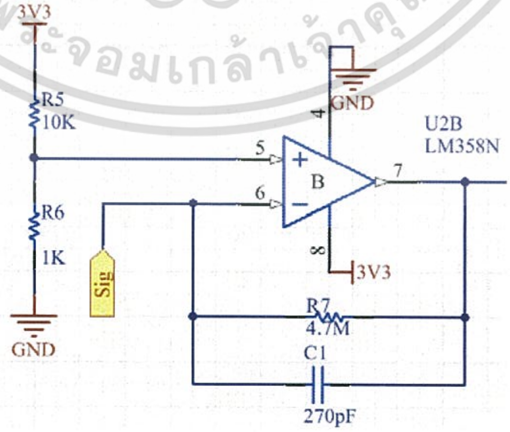
3.1 การออกแบบ

3.1.1 ออกแบบวงจร



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมกระแส

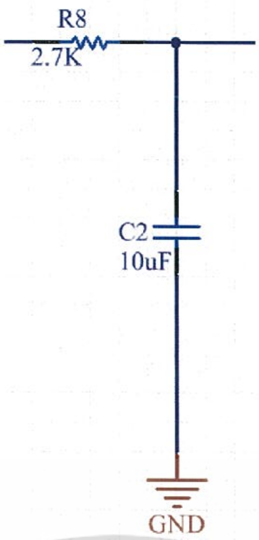
วงจรนี้จะสามารถปรับค่ากระแสได้โดยการปรับแรงดันที่ตัวต้านทานปรับค่าได้ และทำการเลือกแหล่งจ่ายแสงได้โดยการกำหนด H1 และ H2



รูปที่ 3.3 Transimpedence amplifier

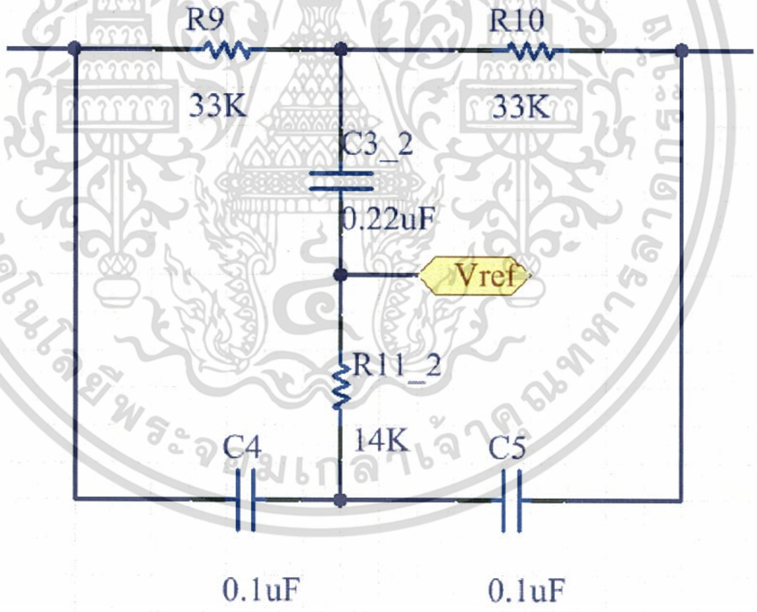
Transimpedence amplifier จะทำการแปลงสัญญาณกระแสที่ได้รับมาจากเซนเซอร์ให้เป็นสัญญาณแรงดันและกรองสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 Low pass filter

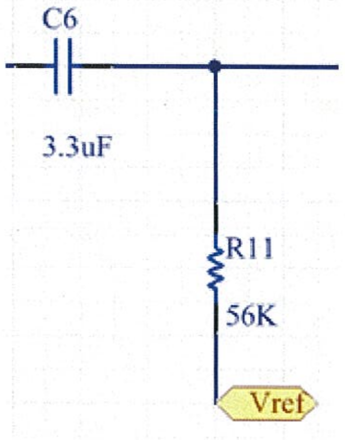
Low pass filter จะทำการกรองสัญญาณที่มีความถี่สูงออกไป โดยจากวงจรมีค่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) เท่ากับ 5.89 Hz



รูปที่ 3.5 Notch filter

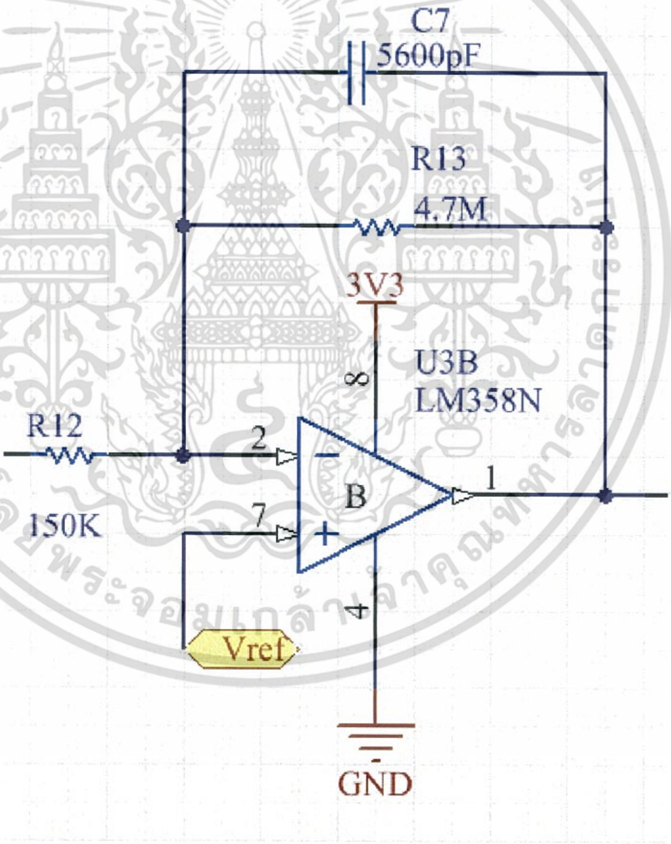
Notch filter จะทำการกรองสัญญาณบางความถี่ออกไป โดยจากวงจรมีค่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) เท่ากับ48.23 Hz ออก เพื่อใช้กำจัดความถี่ที่มากับแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 High pass filter

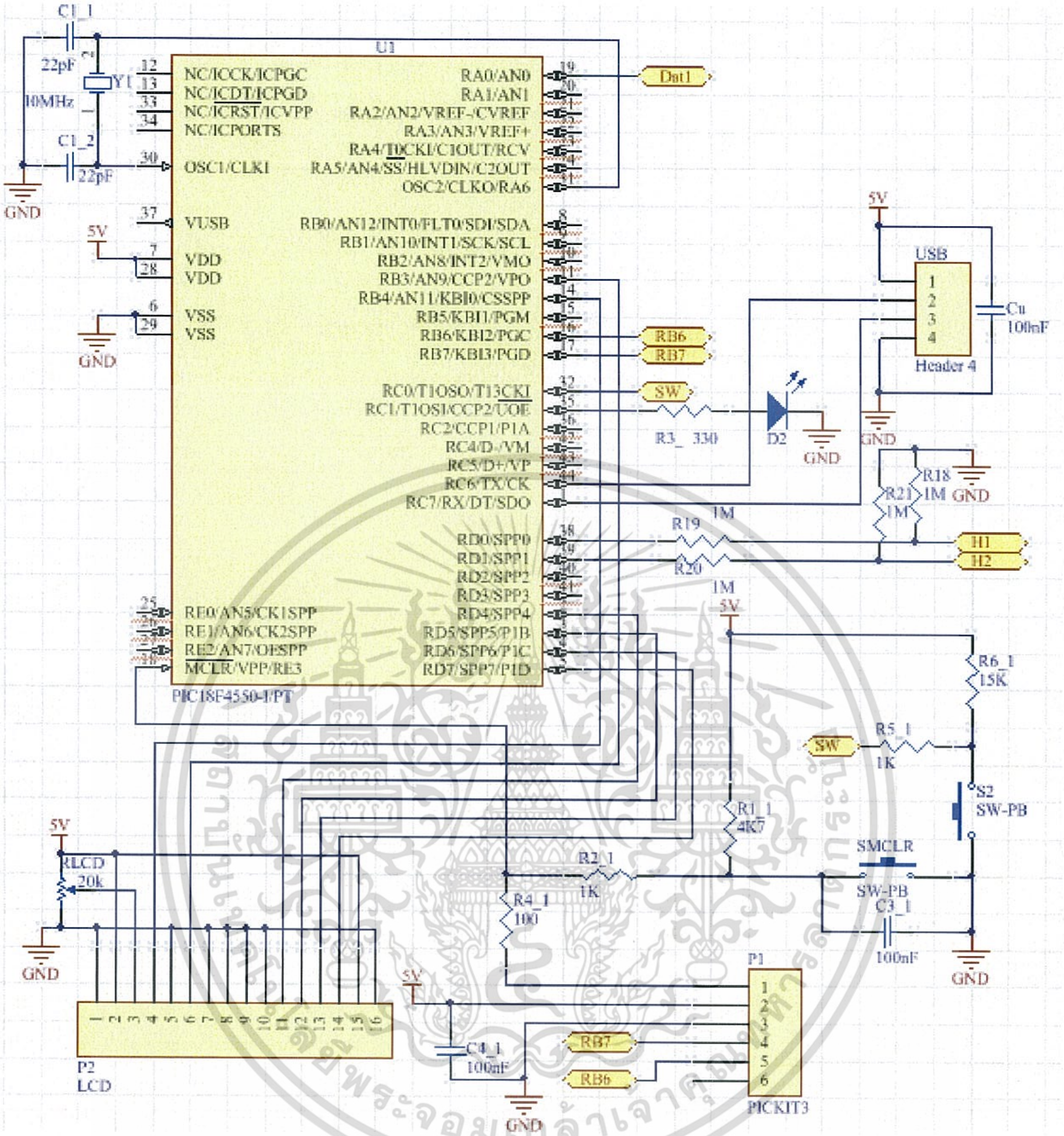
High pass filter จะทำการกรองสัญญาณที่มีความถี่ต่ำออกไป โดยจากวงจรมีค่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) เท่ากับ 0.86 Hz



รูปที่ 3.7 Active low pass filter

Active low pass filter จะทำการขยายสัญญาณและกรองสัญญาณที่มีความถี่สูงออก โดยมีอัตราขยายเท่ากับ 31.33 เท่า และมีค่าความถี่คัทออฟ (cutoff frequency) เท่ากับ 6.05 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

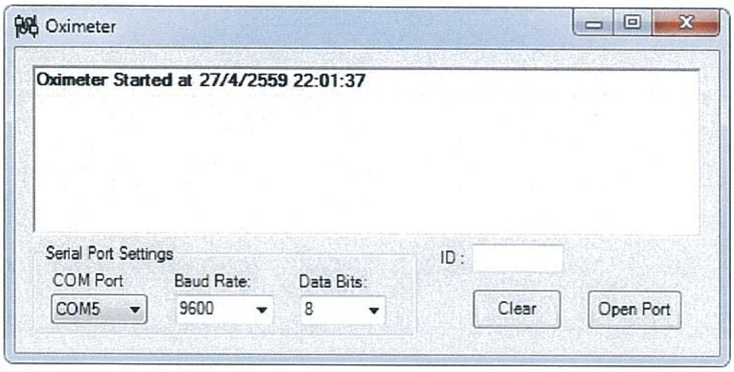


รูปที่ 3.8 Microcontroller

ส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมของ H1 และ H2, การคำนวณค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ, แสดงผลการคำนวณบนจอ LCD และส่งผลการคำนวณผ่าน USB ไปยังคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

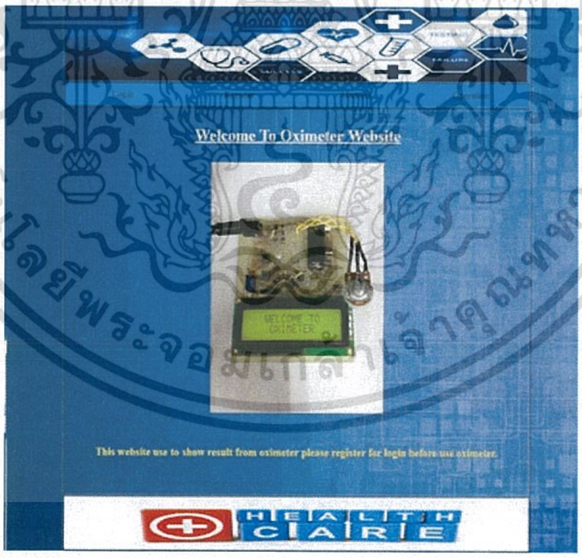
3.1.2 ออกแบบหน้าโปรแกรม



รูปที่ 3.9 หน้าต่างโปรแกรม

ตัวโปรแกรม Oximeter ซึ่งสร้างมาจากโปรแกรม Visual Studio จะรับค่าที่ส่งมาจาก USB มาแสดงผลและส่งค่านั้นไปยังเว็บไซต์ ซึ่งต้องเลือก COM Port (ช่องทางการรับข้อมูล), Baud Rate (อัตราการรับข้อมูล), Data Bits (จำนวน Bit ของข้อมูล), ID (รหัสของสมาชิกที่ใช้) และกดปุ่ม Open Port เพื่อเริ่มทำการรับและส่งข้อมูล โดยมีปุ่ม Clear เพื่อทำการล้างหน้าจอแสดงผล

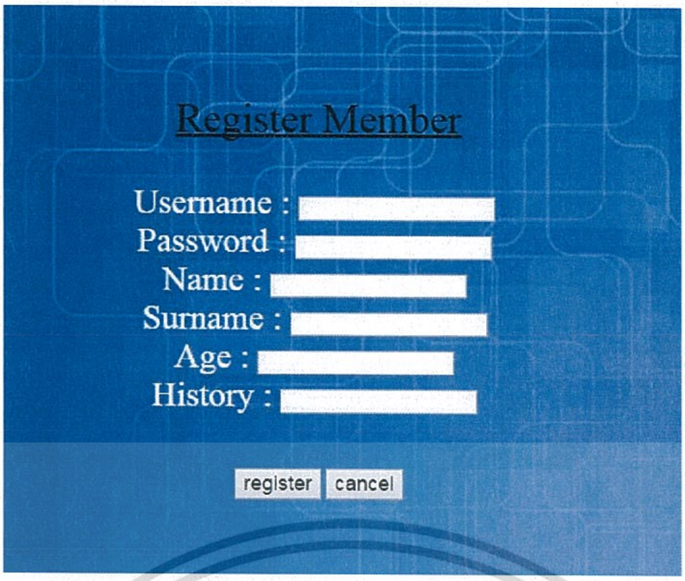
3.1.3 ออกแบบหน้าเว็บไซต์



รูปที่ 3.10 หน้าเว็บไซต์

หน้าหลักของเว็ปไซต์ประกอบไปด้วยปุ่ม Login, Register, Abstract และ Operation โดยใช้ลิ้งค์ไปหา การเข้าสู่ระบบ, การสมัครสมาชิก, แสดงที่มาของโปรเจคและบทคัดย่อบนหน้าเว็ป และหลักการทำงานของเครื่องวัดออกซิเจนในกระแสเลือด (Pulse Oximeter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 หน้าสมัครสมาชิก

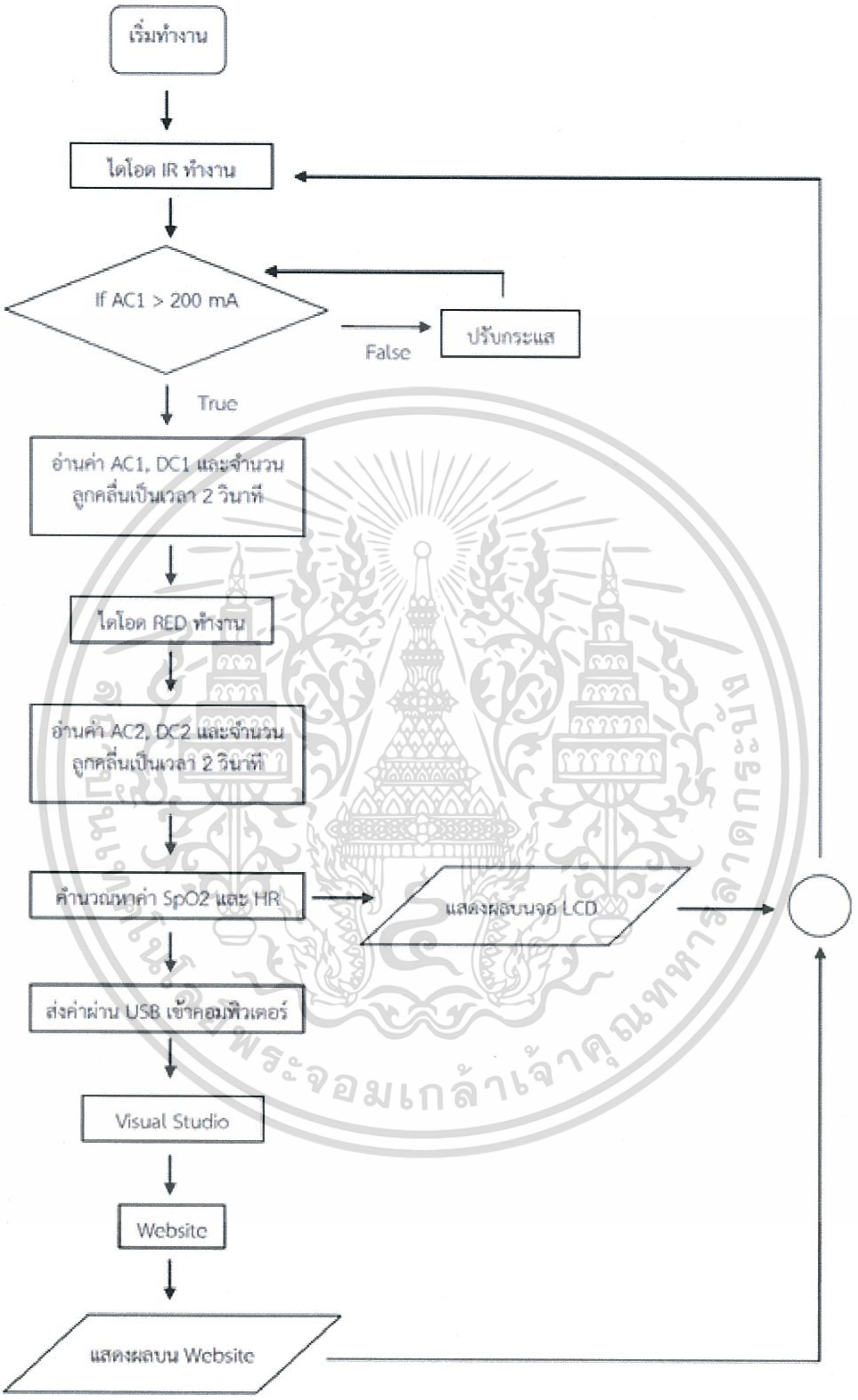
สำหรับสมัครสมาชิกเพื่อใช้งานบนเว็บไซต์ โดยกรอก username กับ password ที่ต้องการใช้สำหรับเข้าสู่ระบบ และชื่อ, นามสกุล, อายุ และประวัติ จะไปปรากฏตอนเข้าสู่ระบบสำเร็จ

รูปที่ 3.12 หน้าเข้าสู่ระบบ

ใช้ล็อกอินเข้าสู่ระบบเพื่อแสดงประวัติส่วนตัวและประวัติการวัดค่าออกซิเจนในเลือดรวมถึงอัตราการเต้นของหัวใจของสมาชิกนั้นๆซึ่งหากเป็นผู้ใช้ที่มีชนิดเป็นผู้ดูแลระบบจะสามารถเห็นประวัติการวัดของสมาชิกทุกคนบนเว็บไซต์ และหากกำลังวัดค่าอยู่จะแสดงผลการวัดอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของวงจร



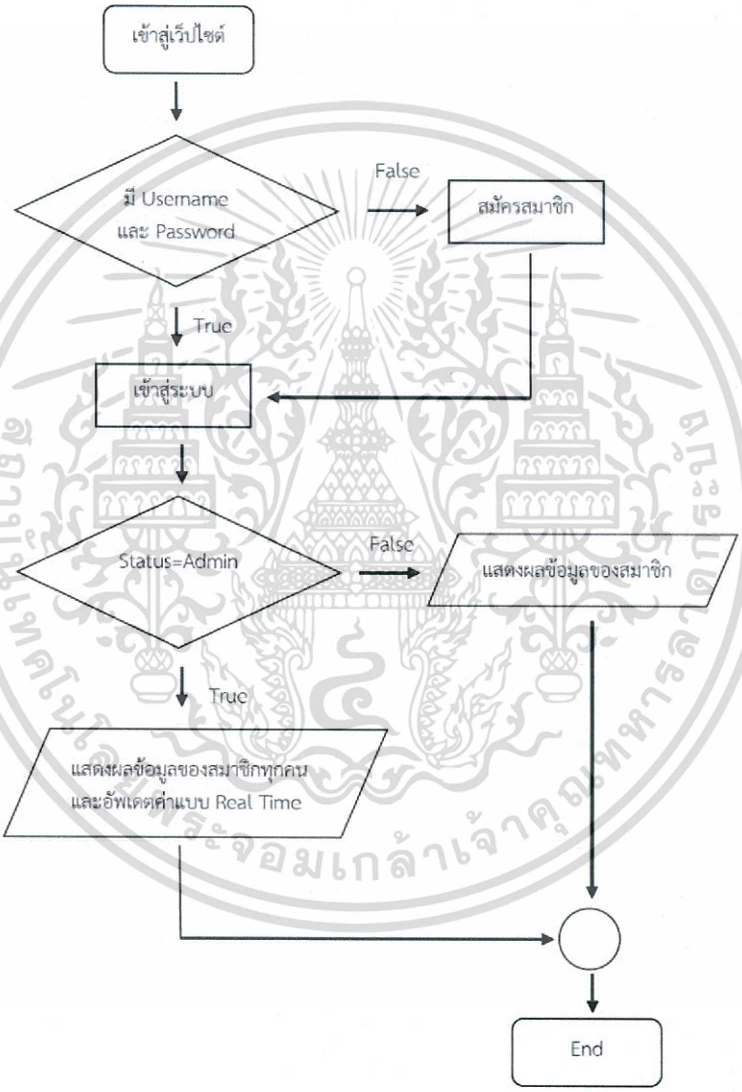
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของวงจร

เมื่อเริ่มทำงานเซนเซอร์จ่ายแสงอินฟาเรด ถ้าอ่านค่า AC1 ได้น้อยกว่า 200 mA ให้กลับไปปรับกระแสจนกระทั่งอ่านค่า AC1 ได้มากกว่า 200 mA แล้วให้อ่านค่า AC1, DC1 และจำนวนลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลื่นเป็นเวลา 2 วินาที จากนั้นให้เซนเซอร์จ่ายแสงสีแดง แล้วให้อ่านค่า AC2, DC2 และจำนวนลูกคลื่นเป็นเวลา 2 วินาที นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าความอิ่มตัวของออกซิเจน (SpO2) และอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) แสดงผลบนจอ LCD และส่งค่านั้นไปยังคอมพิวเตอร์ผ่าน USB โดยมีโปรแกรม Visual Studio ทำหน้าที่รับข้อมูลและส่งข้อมูลนั้นไปยังเว็บไซต์และแสดงผลบนเว็บไซต์ จากนั้นกลับไปเริ่มการทำงานใหม่

3.3 การทำงานของเว็บไซต์



รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของเว็บไซต์

เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์ถ้ายังไม่ได้สมัครสมาชิกให้ไปสมัครสมาชิกก่อน ถ้าเป็นสมาชิกแล้วให้กรอก Username และ Password เพื่อเข้าสู่ระบบ จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบสถานะของสมาชิก ถ้าสถานะเป็น Admin จะแสดงผลข้อมูลของสมาชิกทุกคนและอัพเดตค่าแบบ Real Time ถ้าไม่ใช่จะแสดงผลข้อมูลของสมาชิกนั้นๆ

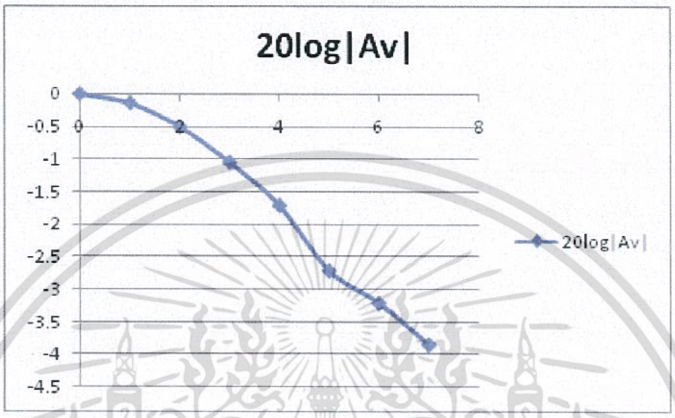
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 วงจรส่วนกรองความถี่

Frequency response of low pass filter

Cutoff frequency (F_c) = 6 Hz

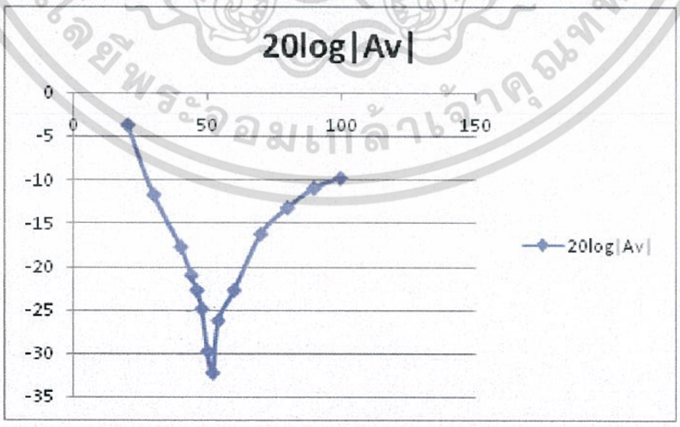


รูปที่ 4.1 กราฟการตอบสนองความถี่ของ low pass filter

Frequency response of notch filter

Cutoff frequency low (F_{cl}) = 48 Hz

Cutoff frequency high (F_{ch}) = 85 Hz

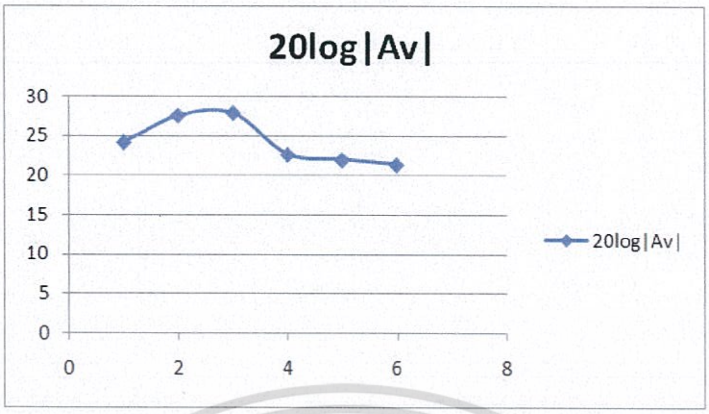


รูปที่ 4.2 กราฟการตอบสนองความถี่ของ notch filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Frequency response of high pass filter and amplifier filter

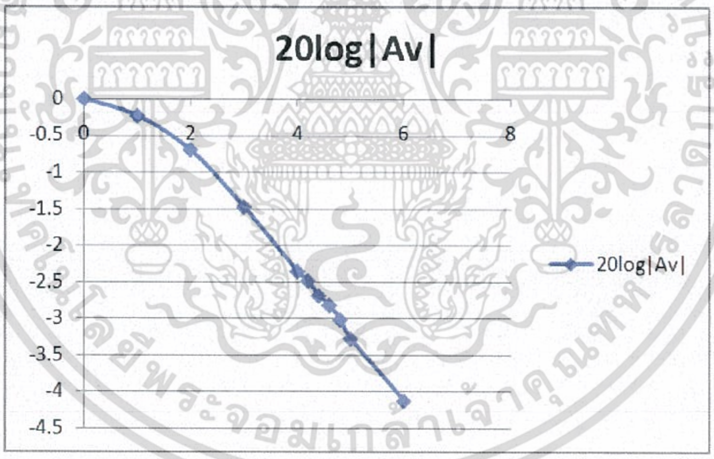
Cutoff frequency (F_c) = 6 Hz



รูปที่ 4.3 กราฟการตอบสนองความถี่ของ high pass filter

Frequency response of output low pass filter

Cutoff frequency (F_c) = 5 Hz

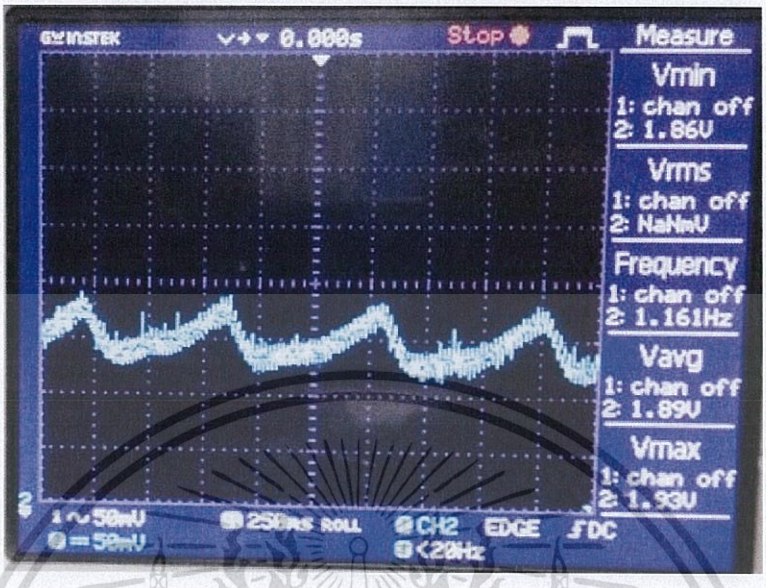


รูปที่ 4.4 กราฟการตอบสนองความถี่ของ output low pass filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

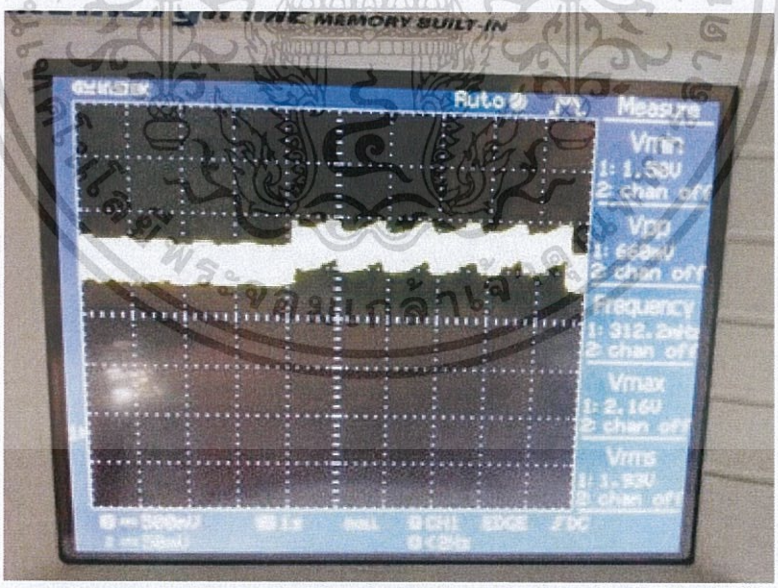
4.2 การทดลองที่2 วัดสัญญาณคลื่นการไหลของโลหิต

สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Transimpedance amplifier



รูปที่ 4.5 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน Transimpedance Amplifier

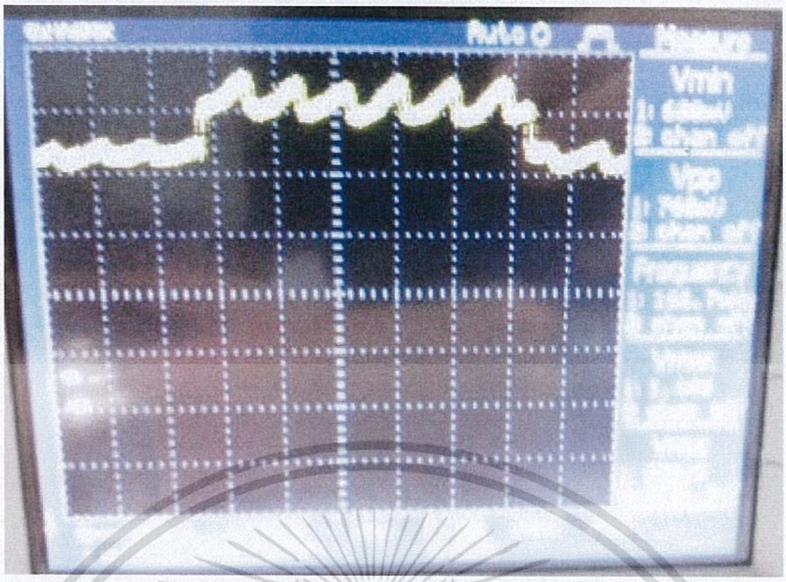
สัญญาณหลังผ่านส่วน low pass filter



รูปที่ 4.6 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน low pass filter

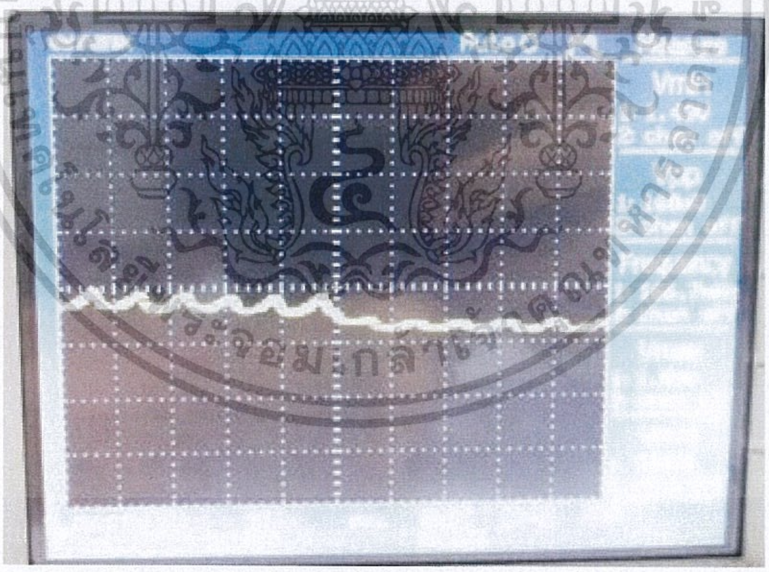
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณหลังผ่าน notch filter



รูปที่ 4.7 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน notch filter

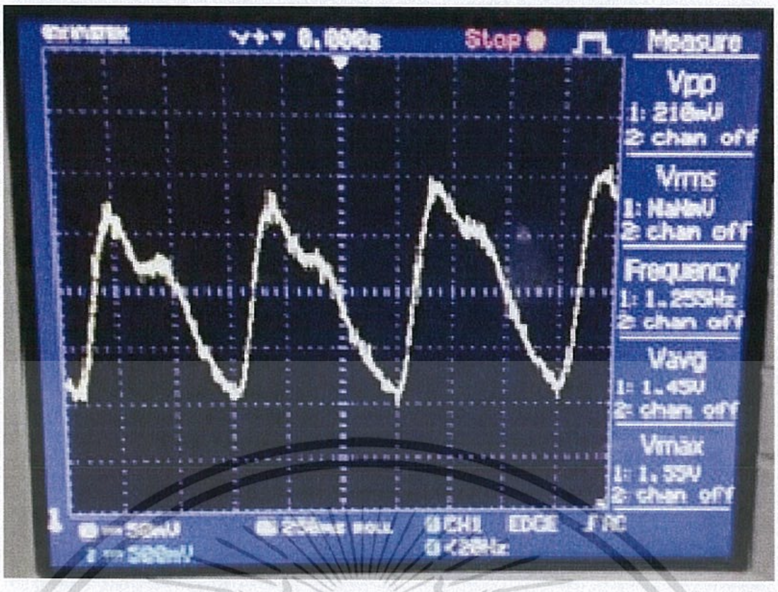
สัญญาณหลังผ่าน high pass filter



รูปที่ 4.8 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน high pass filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณหลังผ่าน active filter



รูปที่ 4.9 สัญญาณหลังจากผ่านส่วน active filter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่3 วัดคลื่นการไหลของกระแสโลหิตของแต่ละคน

เนื่องจากแต่ละคนจะมีความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังไม่เท่ากัน ส่วนของ sensor จึงต้องการกระแสไม่เท่ากัน การทดลองนี้จึงใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้มาใช้ปรับค่าแรงดันอ้างอิงของ Op-amp เพื่อใช้ควบคุมประมาณกระแสที่ไหลผ่าน sensor โดยภายในตัวของ sensor จะมีไดโอดแปล่งแสง 2 ชนิด ที่กำเนิดแสงความยาวคลื่นต่างกัน

การทดลองที่ 3.1 กำหนดให้ไดโอดความยาวคลื่น 660 nm ซึ่งเป็นแสงสีแดงทำงาน

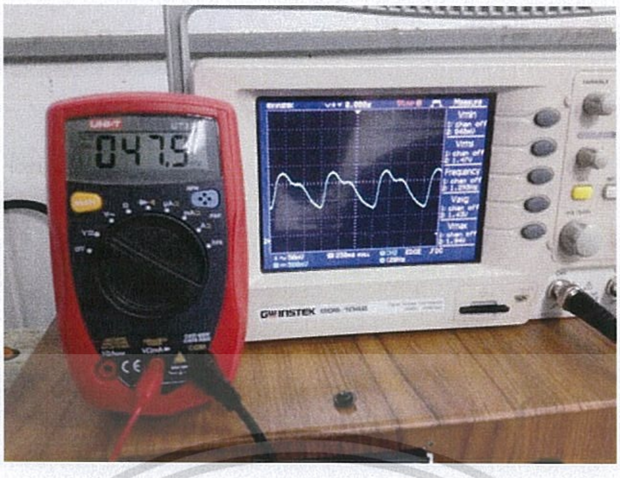
รูปที่ 4.10 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 1

รูปที่ 4.11 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 2

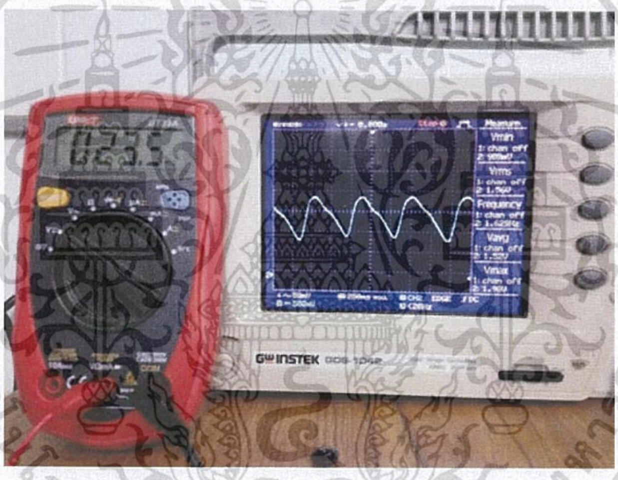
จะเห็นได้ว่าต้องระดับแรงดันอ้างอิงของแต่ละคนไม่เท่ากันจึงทำให้ต้องปรับแรงดันอ้างอิงให้พอเหมาะจึงได้รูปกราฟคลื่นการไหลของกระแสโลหิต หากแรงดันสูงมากกว่านี้หรือต่ำกว่านี้ กราฟที่ได้จะผิดเพี้ยนไปจากกราฟมาตรฐานการไหลของกระแสโลหิต ซึ่งแต่ละคนก็จะมีความหนาของชั้นไขมันใต้ผิวหนังไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3.2 กำหนดให้ไดโอดความยาวคลื่น 940 nm ซึ่งเป็นความยาวคลื่นระดับ infrared



รูปที่ 4.12 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 1



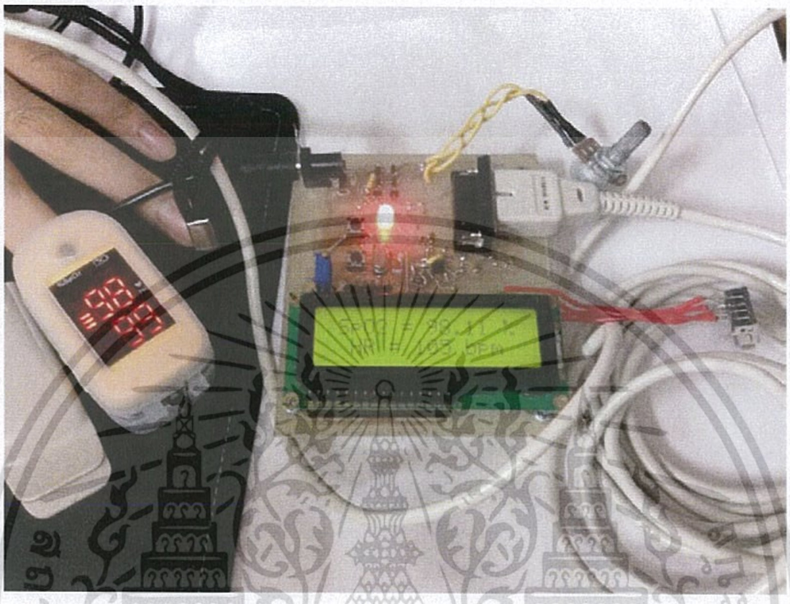
รูปที่ 4.13 รูปกราฟและแรงดันของคนที่ 2

จะเห็นว่าไดโอดความยาวคลื่น 940 nm นั้นใช้กระแสไบอัสต่ำกว่าไดโอดความยาวคลื่น 660 nm นั่นคือแรงดันอ้างอิงของทั้งคนที่ 1 และคนที่ 2 นั้นต่ำกว่าไดโอดแความยาวคลื่น 660 nm ทั้งคู่ แต่หลักการยังเหมือนกัน คือจะต้องปรับแรงดันอ้างอิงให้เหมาะสมกับแต่ละคน ซึ่งหากแรงดันอ้างอิงมากหรือน้อยเกินไปจะทำให้รูปกราฟนั้นผิดเพี้ยนไปจากรูปมาตรฐาน

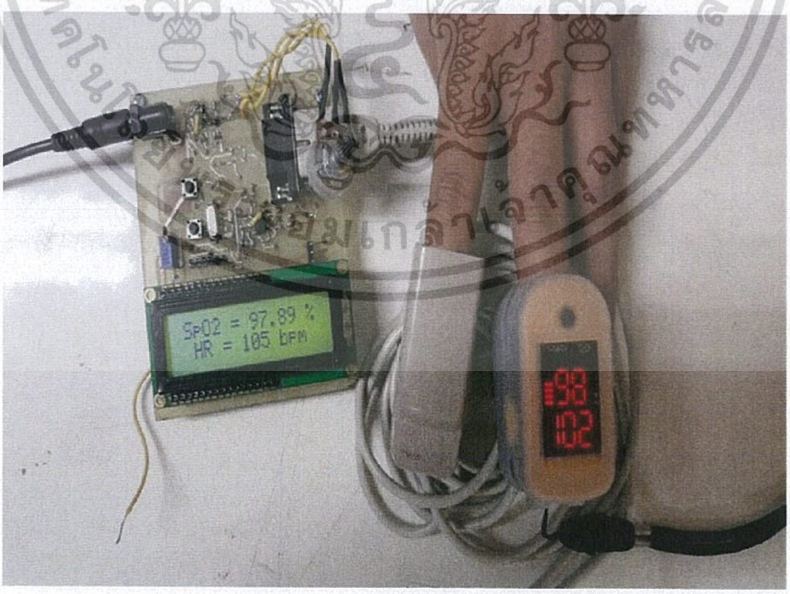
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองที่4 ตรวจสอบประสิทธิภาพโดยการวัดเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด

หลังจากสามารถวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจได้แล้ว จะนำเครื่องไปทดสอบประสิทธิภาพโดยการนำไปวัดเทียบกับเครื่องที่ใช้วัดอยู่ตามโรงพยาบาล ได้ข้อมูลตามตารางด้านล่าง โดย real value คือค่าจากเครื่องของโรงพยาบาล และ measured value คือค่าจากเครื่องออกซิมิเตอร์ที่ทำขึ้นมา



รูปที่ 4.14 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับของจริงของคนที่ 1



รูปที่ 4.15 เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับของจริงของคนที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.ผลการวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่1

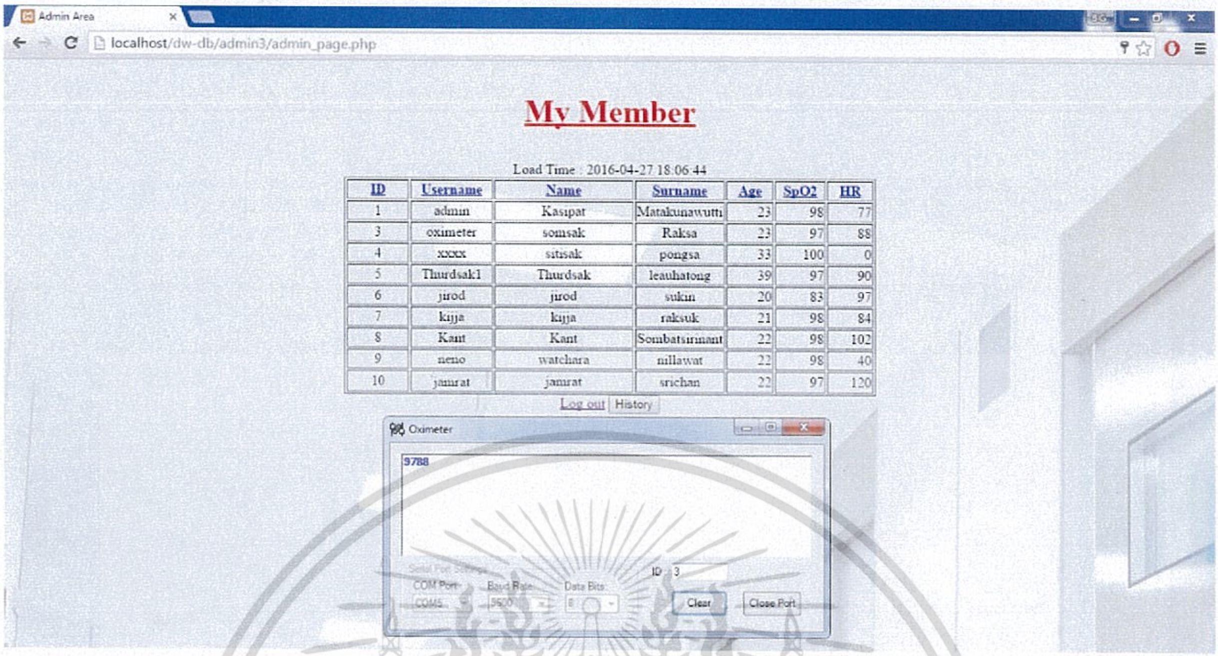
No.	%SpO2		%error	Heart rate (bpm)		%error
	Real value	Measured value		Real value	Measured value	
1	97	97.31	0.31	81	95	17.28
2	98	97.44	0.57	90	99	10
3	98	96.13	1.91	73	77	5.48
4	97	98.24	1.28	107	102	4.67
5	98	97.78	0.22	103	100	2.91
6	97	98.57	1.63	94	87	7.45
7	98	97.29	0.72	80	85	6.25
8	98	98.12	0.12	88	82	6.81
9	97	97.67	0.69	99	94	5.05
10	98	98.38	0.39	87	80	8.04

ตารางที่ 2.ผลการวัดค่าความอิ่มตัวของออกซิเจนและอัตราการเต้นของหัวใจของคนที่2

No.	%SpO2		%error	Heart rate (bpm)		%error
	Real value	Measured value		Real value	Measured value	
1	98	98.43	0.44	91	100	9.89
2	98	97.96	0.04	95	105	10.52
3	97	98.12	1.15	87	94	8.05
4	97	99.24	2.31	85	98	15.29
5	98	97.33	0.68	102	96	5.88
6	98	96.43	1.60	94	100	7.22
7	98	99.12	1.14	90	95	5.55
8	98	97.53	0.48	77	84	9.09
9	98	98.49	0.50	81	80	1.23
10	97	98.17	1.21	101	93	7.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองที่5 รับค่าจาก USB และส่งขึ้นอัพเดตบนเว็บไซต์



รูปที่ 4.16 ส่งค่าขึ้นอัพเดตบนเว็บไซต์

ทำการใช้โปรแกรม visual studio ในการสร้างหน้าต่าง GUI เพื่อรับค่าจาก USB เข้ามาและส่งค่านั้นออกไปอัพเดตบนหน้าเว็บไซต์ ซึ่งค่าที่รับมาได้นั้นจะมาแบบติดกันโดยสองหลักแรกจะเป็นเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนในกระแสเลือด(SpO2) และสองหลักหลังเป็นอัตราการเต้นของหัวใจ (HR) โดยค่าที่ส่งขึ้นเว็บจะอัพเดตอัตโนมัติตามค่าที่รับเข้ามาจากวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 บทสรุป

จากการสร้างและออกแบบเครื่องวัดความอิ่มตัวออกซิเจนในกระแสเลือด ได้ผลการทดลองตามทฤษฎีโดยวงจรสามารถวัดคลื่นการไหลเวียนโลหิตได้ตามต้องการ โดยคลื่นการไหลเวียนโลหิตนั้นมีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 0.8 Hz ถึง 2 Hz ซึ่งส่วน Filter สามารถกรองเอาสัญญาณรบกวนออกไปได้ และนำสัญญาณที่เข้าไปทำการคำนวณเพื่อหาปริมาณออกซิเจนในกระแสเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจแสดงผลบนหน้าจอ LCD และมีการส่งต่อข้อมูลผ่าน USB เข้าคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรมเพื่อใช้รับค่าแล้วอัพเดตขึ้นโชว์บนเว็บไซต์ที่มีระบบสมาชิกเพื่อใช้เก็บค่าของแต่ละบุคคล

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดลอง

1. เนื่องจากการทดสอบการทำงานของ filter โดยการทดลองใส่ function generator สามารถทำงานได้ดี แต่เมื่อต่อ sensor แล้วมีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องมาจากสายของ sensor นั้นมีขนาดยาวจึงควบคุมสัญญาณไฟบ้านและสัญญาณรบกวนได้ยาก

2. เนื่องจากความหนาของผิวเนื้อบนนิ้วมือของแต่ละคนไม่เท่ากัน จึงต้องมีตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อไว้ปรับค่ากระแสให้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งหากกระแสไม่เพียงพอหรือมากเกินไป จะทำให้กราฟมีการผิดเพี้ยนและทำให้คำนวณค่าออกซิเจนในกระแสเลือดเกิดการผิดพลาดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Khwannimit B, “Pulse oximetry in adults” จากเว็บไซต์
http://medinfo.psu.ac.th/smj2/smj24_3/pdf24_3/12bordin.pdf
ค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2558
[2] พญ. สุนิสา ฉัตรมงคลชาติ , “Pulse oximetry” จากเว็บไซต์
http://medinfo2.psu.ac.th/anesth/education/pulseoximeter.html
ค้นเมื่อ 16 สิงหาคม 2558
[3] Measuring of Oxygen Saturation จากเว็บไซต์
http://www.academia.edu/3783075/Measuring_of_Oxygen_Saturation
ค้นเมื่อ 18 สิงหาคม 2558
[4] Design of a SpO2 Pulse Oximeter Prototype จากเว็บไซต์
http://www.academia.edu/7727581/Design_of_a_SpO_2_Pulse_Oximeter_Prototype
ค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2558
[5] หลักการทำงานของเครื่อง Pulse Oximetry จากเว็บไซต์
http://nautsmedicaltips.blogspot.com/ ค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558
[6] รู้จักกับ HTML5 จากเว็บไซต์ https://www.blognone.com ค้นเมื่อ 16 มกราคม 2559
[7] PHP และ MySQL มือใหม่ ทำความรู้จัก php mysql จากเว็บไซต์http://meewebfree.com/
ค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้